DELAGRAVE • BÂTIMENT - I • TECHNOR

1976

BÂTIMENT - 1
DESSIN

R. DELEBECQUE

1976

AIDE-MÉMOIRE
TECHNOR
DELAGRAVE

TECHNIQUES ET **NOR**MALISATION

Collection publiée sous la direction de A. CHEVALIER

Professeur à l'E.N.N.A. de Paris, ex-chef de Fabrication dans l'Industrie

DESSIN
DE BÂTIMENT .1.

POUR LES

C. A. P., B. E. P., B. P.

et Brevets de Technicien

par

R. DELEBECQUE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE NORMALE NATIONALE

D'APPRENTISSAGE DE PARIS

avec la collaboration de

A. CHEVALIER et R. CLUZEL

163e MILLE

ÉDITION CORRIGÉE ET MISE A JOUR 1976

PARIS

LIBRAIRIE DELAGRAVE

A LA MÊME LIBRAIRIE

Sous la direction de A. CHEVALIER, professeur d'E.N.N.A.
ex-Chef de fabrication dans l'Industrie

Collection TECHNIQUES ET NORMALISATION

SÉRIE « BATIMENT »

Volumes 13,5 × 21

- BATIMENT. 1 (Dessin), par R. DELEBECQUE.
- BATIMENT. 2 (Éléments de construction), par R. DELEBECQUE.

Volumes 19,5 × 29

- CONFORT DE L'HABITAT. ISOLATION ACOUSTIQUE, par R. DELEBECQUE et J. ROMAGNOLI

Plaquettes TECHNOR 11 × 17
par R. DELEBECQUE

A. Architecture.
B. Cotation.
C. Sanitaire - Chauffage - Couverture.
D. Béton armé. 1. Dessin.
E. Béton armé. 2. Matériaux.

SÉRIE « INDUSTRIE »

Volumes 13,5 × 21

- ÉLECTRICITÉ APPLIQUÉE, par P. HEINY.
- INDUSTRIES DU BOIS, par E. BAILLEUL et J. HEURTEMATTE.
- TECHNIQUE DE L'AUTOMOBILE, par M. DELANETTE.
- TRAVAIL DES PLASTIQUES, par J. ROLLET et E. FONTAINE.
- ÉLECTRONIQUE APPLIQUÉE, par M. BIBAL et P. HEINY.
- MATHÉMATIQUES. 1, par R. CLUZEL.
- MATHÉMATIQUES. 2, par R. CLUZEL.
- STATISTIQUE ET PROBABILITÉ par P. PACÉ ET R. CLUZEL.
- STATISTIQUE 2 (Contrôle des fabrications), par P. PACÉ.
- TRAVAIL DES TOLES ET PROFILÉS par A. LÉTALNET et R. PASQUIER.
- MÉCANIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE, par M. DELANETTE et H. DUBOIS.
- AUTOMATISMES 1. RÉSEAUX DE TRANSMISSION, par H. RIBÉROL.
- AUTOMATISMES 2. CIRCUITS DE COMMUTATION, par M. ABATI et P. HEINY.
- ORGANISATION INDUSTRIELLE, par A. CHEVALIER et J. ROLLET.
- MESURES ÉLECTRIQUES, par M. ABATI, R. CHEVEAUX et A. ROUX.
- DÉFORMATION PLASTIQUE DES TOLES, par R. QUATREMER.

Volumes 19,5 × 29

- DESSIN INDUSTRIEL, par H. RIBÉROL.

Plaquettes TECHNOR 13,5 × 21

1. SYSTÈME LÉGAL INTERNATIONAL, par A CHEVALIER et J. LIGNON.
2. NOTATIONS ET SYMBOLES MATHÉMATIQUES, par R. CLUZEL et A. CHEVALIER.
4. GRANDEURS ET SYMBOLES ÉLECTRIQUES, par P. HEINY.
5. COTATION FONCTIONNELLE, par H. RIBEROL.
6. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX, par H. DUBOIS.
7. MÉCANIQUE PHYSIQUE. Statique. Cinématique. Dynamique, par H. DUBOIS.
11. OPTIQUE, par H. DUBOIS ET G. RESTOUEIX.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

© DELAGRAVE, 1962

TABLE DES MATIÈRES

1re PARTIE. — DOCUMENTATION TECHNIQUE

DB	
	ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS
1 à 3	Equipement du dessinateur.
4 et 5	Terminologie. Présentation.
6	Cartouches.
7	Repérages.
8	Formats. Pliages. Echelles.
	TRACÉS GÉOMÉTRIQUES
9	Parallèles. Perpendiculaires.
10	Angles.
11	Divisions. Polygones.
12	Ellipse. Parabole.
13	Hyperbole. Développante. Spirale.
14	Hélice. Ovale.
15	Anses de panier. Arcs. Ogives.
16 et 17	Moulures. Raccordements.
18 et 19	Intersections.
20	Développements.
	CONVENTIONS
21 et 22	Traits et écritures.
23	Hachures. Teintes.
24 à 28	Symboles divers.
	PROJECTIONS ET PERSPECTIVES
29	Vues usuelles.
30 et 31	Plans.
32 et 33	Coupes. Sections.
34 et 35	Façades et plans de masse.
36 à 38	Perspectives.
	COTATION, MODULATION TOLÉRANCES
39 et 40	Implantation.
41 à 44	Cotation.
45	Modulation.
46 à 50	Dimensions des constructions.
51	Tolérances.
52	Mesures-types de l'homme.

DB	
	BÉTON ARMÉ
53	Généralités.
54 et 55	Dessins de coffrage.
56 à 58	Dessins d'armatures.
	SERRURERIE CHARPENTE MÉTALLIQUE
59	Rivetage
60	Soudage : procédés
61 à 64	et représentations.
65 et 66	Boulons.
67 et 68	Règles de représentation.
	CHARPENTE EN BOIS MENUISERIE
69	Charpentes traditionnelles.
70 et 71	Charpentes modernes.
72	Menuiserie. Symboles.
73 et 74	Dessin de menuiserie.
75 et 76	Vis à bois. Pointes.
	SANITAIRE, CHAUFFAGE COUVERTURE
77	Canalisations. Pompes. Compteurs.
78	Robinetteries. Siphons. Bouches.
79	Robinetteries. Mesures. Régulation.
80	Raccordements. Accessoires.
81	Réservoirs. Générateurs. Échangeurs.
82	Symboles des fluides. Teintes des Tuyauteries.
83	Exemples de schémas.
84 à 88	Couverture.
	ÉLECTRICITÉ
89 à 92	Conducteurs, conduits : symboles.
93 et 94	Exemples : schéma, dessin.
	RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES
95	Liants hydrauliques.
96	Aciers pour béton armé.
97 et 98	Pentes. Rampes. Toitures.
99	Chéneaux. Gouttières.
100	Sections des conduits de fumée.

2e PARTIE — DOCUMENTATION GÉNÉRALE

(voir les 32 dernières pages)

Dans le présent ouvrage, les références aux normes Françaises (N.F.) sont données avec l'autorisation de l'Association Française de Normalisation (Tour Europe Cedex 7, (92) Paris-La Défense). Nous rappelons que seules font foi les normes originales diffusées par l'A.F. NOR. dans les éditions plus récentes.

INDEX (1)

Mots	Pages
Acier	B_1 96
—	Doc. 30
Affûtage	B_1 2
Air	Doc. 30
Aluminium	Doc. 30
Ammoniaque	Doc. 30
Ampère	Doc. 3
Angles :	
— addition des	B_1 10
— cotation des	B_1 42, 43
— report des	B_1 10
— tracé des	B_1 10
— vraie grandeur	B_1 20
Anse de panier	B_1 15
Anti-bélier (symbole)	B_1 79
Antimoine	Doc. 30
Appareil d'éclairage (symbole)	B_1 91
Appareillage électr. (symbole)	B_1 90
Appareils sanitaires (symbole)	B_1 28
Aquarelle	B_1 3
Arabes (chiffres)	Doc. 1
Arc	B_1 15
—	Doc. 21
Ardoise (recouvrement)	B_1 88
Argent	Doc. 30
Armature (béton armé)	B_1 56 à 58
Armoire (symbole)	B_1 27
Ascenseurs (symbole)	B_1 25
Avant-projet	B_1 4
Axe (cotation)	B_1 42
Axonométrique (perspective)	B_1 37
Bahut (symbole)	B_1 27
Baie (dimension)	B_1 46
Baie (tolérance)	B_1 51
Baignoire	B_1 28
Balcon	B_1 49, 50
Bar	Doc. 3
Benzine	Doc. 30
Béton armé	B_1 53 à 58
Bibliothèque (symbole)	B_1 27
Bidet	B_1 28
Bismuth	Doc. 30
Bissectrice	B_1 10
Bouchon (symbole)	B_1 78
Boudin	B_1 16
Bougie	Doc. 3
Boulons :	
— (longueur des)	B_1 66
— (symbole de pose des)	B_1 59
Bronze	Doc. 30
Buffet (symbole)	B_1 27
Bureau (symbole)	B_1 27

Mots	Pages
Câbles (élec.)	B_1 89
Cadre (béton)	B_1 56, 57
Calepin d'appareil	B_1 4
Calorie	Doc. 3
Calque	B_1 3
Canalisation (symbole)	B_1 77, 89
Canapé (symbole)	B_1 27
Caoutchouc	Doc. 30
Caractéristique (log.)	Doc. 8
Carré	B_1 11
—	Doc. 11
Cartouche	B_1 6
Cavalière (perspective)	B_1 36
Cavet	B_1 16
Centre de gravité	Doc. 28
Cercle	Doc. 24
Cercle circonscrit	Doc. 20
Cercle inscrit	Doc. 20
C.G.S. (système)	Doc. 3
Chaise (symbole)	B_1 27
Charpente en bois	B_1 69 à 71
Charpente métallique	B_1 67, 68
Chauffe-eau (symbole)	B_1 80
Chaux	B_1 95
Chéneau :	
— représentation	B_1 85
— calcul	B_1 99
Cheval-vapeur	Doc. 3
Chiffre (cotation)	B_1 41
Chiffres	Doc. 1
Chrome	Doc. 30
Ciment	B_1 95
Cintre (plein)	B_1 15
Circonférence	Doc. 23
Clapet (symbole)	B_1 79
Classeur (symbole)	B_1 27
Cloison (épaisseur)	B_1 46
Cloison (implantation)	B_1 40
Cloison (tolérance)	B_1 51
Cobalt	Doc. 30
Coffrage (béton armé)	B_1 54, 55
Comble (plans)	B_1 31
Commode (symb.)	B_1 27
Compas	B_1 1
Compresseur (symbole)	B_1 79
Compteur (symb.)	B_1 79
Conduits (symbole)	B_1 26
Conduits (section)	B_1 100
Cône (section plane)	B_1 19
Cône	Doc. 26
Contacteur (schéma)	B_1 92
Corde	Doc. 21
Cosécante	B_1 97, 98
Cosinus	Doc. 15
Cotangente	Doc. 17
Cotation	B_1 41, à 44

Mots	Pages
Cote nominale	B_1 45
Coude (symbole)	B_1 78
Coulomb	Doc. 3
Coupe	B_1 4, 32
Coupe-circuit (symbole)	B_1 90
Coupe partielle	B_1 33
Courbe (cotation)	B_1 42
Couverture (cotat.)	B_1 85
— (exemple)	B_1 87
— (généralités)	B_1 84
— (pentes)	B_1 88
— (représentation)	B_1 85, 86
Crayon (tracé au)	B_1 2
Crochet (béton armé)	B_1 56
Croquis	B_1 4
Cuisinière	B_1 28
Cuivre	Doc. 30
Cylindre	Doc. 26
— (intersection)	B_1 18
— (section du)	B_1 18
Dalle (béton armé)	B_1 54 à 57
Décagone	Doc. 25
Degré centésimal	Doc. 3
Descente (calcul)	B_1 99
Descente (représentation)	B_1 85
Dessous	B_1 3
Détail	B_1 4
Détendeur (symbole)	B_1 79
Développante	B_1 13
Développement	B_1 20
Diagramme (armature)	B_1 58
Diamètre (cotation)	B_1 42
Dimétrique (perspective)	B_1 38
Disjoncteur (schéma)	B_1 92
Disjoncteur (symb.)	B_1 90
Disposition des vues	B_1 5
Divan (symbole)	B_1 27
Division (des segments)	B_1 11
Dodécagone	Doc. 25
Douche	B_1 28
Doucine	B_1 16
Dyne	Doc. 3
Eau	Doc. 30
Echangeur (symb.)	B_1 80
Echelle	B_1 8
Echelle (inclinaison)	B_1 48
Eclairement	Doc. 3
Ecriture	B_1 22
Ecrou	B_1 65

INDEX (2)

Mots	Pages
Effaçage	B_1 2
Electricité :	
— dessin d'implantation	B_1 94
— schéma général	B_1 93
— symbole	B_1 89 à 92
Ellipse	B_1 12
Ellipse	Doc. 25
Ellipsoïde	Doc. 27
Encre (de Chine)	B_1 2
Encre (tracé à l')	B_1 2
Energie	Doc. 3
Enregistrement (appareil d')	B_1 80
Epure	B_1 4
Equation	Doc. 3
Equerre	B_1 1
Erg	Doc. 3
Escalier :	
— dimensions	B_1 47
— pente	B_1 48
— repérage	B_1 7
— tolérances	B_1 51
Esquisse	B_1 4
Etage :	
— hauteur d'	B_1 46
— repérage	B_1 7
Etain	Doc. 30
Etanchéité	B_1 86
— (exemple)	B_1 87
Etrier (béton armé)	B_1 56, 57
Etude	B_1 4
Evier	B_1 28
Exécution (projet d')	B_1 4
Façade	B_1 4, 34
Facteurs premiers	Doc. 6
Fauteuil (symbole)	B_1 27
Fenêtre (symbole)	B_1 25
Fer	Doc. 30
Filtre (symbole)	B_1 79
Flèche (cotation)	B_1 42
Flèche	Doc. 21
Fluides (symboles)	B_1 81
Fluides (teintes)	B_1 82
Flux	Doc. 3
Fonte	Doc. 30
Force	Doc. 3
Format	B_1 8
Fronton	B_1 16
Gaine (symbole)	B_1 25
Garde-corps (dimension)	B_1 49-50
Générateur (symb.)	B_1 79
Giorgi (système)	Doc. 3
Gorge	B_1 16
Gouttière (calcul)	B_1 99
Gouttière (représentation)	B_1 85
Graisse	Doc. 30

Mots	Pages
Grec (alphabet)	Doc. 1
Grille	B_1 1
Gros-œuvre (implantation)	B_1 39
Guldin (théorème)	Doc. 27
Hachures	B_1 23
Hélice	B_1 14
Hexagone	B_1 11
—	Doc. 25
Homme (mesures-types de l')	B_1 52
Huile	Doc. 30
Hydrogène	Doc. 30
Hyperbole	B_1 13
Hypoténuse	Doc. 19
Identité	Doc. 7
Implantation	B_1 39, 40
International (syst.)	Doc. 2
Intersections	B_1 18, 19
Joule	Doc. 3
Kilogrammètre	Doc. 3
Laiton	Doc. 30
Latin (alphabet)	Doc. 1
Lavabo	B_1 28
Lavis	B_1 3
Lettres	Doc. 1
Liants	B_1 95
Lisses	B_1 1
Lit (symbole)	B_1 27
Locaux (repérage)	B_1 7
Logarithme	Doc. 8
Longueur :	
— des boulons	B_1 66
Losange	Doc. 25
Lumen	Doc. 3
Lux	Doc. 3
Mamelon (symb.)	B_1 78
Manchon (symbole)	B_1 78
Mantisse (log.)	Doc. 8
Marches (dimens.)	B_1 47, 48
Marge	B_1 8
Masse (plan de)	B_1 4, 35
Médiatrice	B_1 9
Menuiserie :	
— dessin de	B_1 73, 74
— symbole	B_1 72
Mercure	Doc. 30

Mots	Pages
M.K.S.A. (syst.)	Doc. 3
Mesure (appareils de)	B_1 80
Mine	B_1 2
Mobilier (symbole)	B_1 27
Modulation	B_1 45
Moulures	B_1 16
Mur (tolérances)	B_1 51
M.T.S. (syst.)	Doc. 3
Newton	Doc. 3
Nickel	Doc. 30
Niveau (cotation)	B_1 43
Nombres premiers	Doc. 6
Noue (représentat.)	B_1 85
Nu (cotation)	B_1 45
Octogone	B_1 11
—	Doc. 25
Ogive	B_1 15
Ohm	Doc. 3
Onglet	Doc. 26
Onglet sphérique	Doc. 27
Organe électro-magnétique (symbole)	B_1 92
Orientation	B_1 5
Outrepassé (arc)	B_1 15
Ovale	B_1 14
Oxygène	Doc. 30
Palier (dimension)	B_1 48
Papier	B_1 3
Parabole	B_1 12
Parallèle	B_1 9
Parallélépipède	Doc. 26
Parallélogramme	Doc. 25
Pascal	Doc. 3
Pentagone	B_1 11
Pente :	
— cotation	B_1 42
— de couverture	B_1 88, 97
Perpendiculaire	B_1 9
Perroquet	B_1 1
Perspective	B_1 4
— axonométrique	B_1 37
— cavalière	B_1 36
— dimétrique	B_1 38
— trimétrique	B_1 38
Pétrole	Doc. 30
P.G.C.D.	Doc. 6
Phosphore	Doc. 30
Piano (symbole)	B_1 27
Pièze	Doc. 3
Pistolet	B_1 1
Placard (symbole)	B_1 25
Plan	B_1 4, 40, 31
Planche à dessin	B_1 1

INDEX (3)

Mots	Pages
Plancher	
— implantation	B_1 40
— portée libre des	B_1 46
Platine	Doc. 30
Pliage	B_1 8
Plomb	Doc. 30
Poché	B_1 3
Pointes	B_1 76
Poids	Doc. 29
Pompe (symbole)	B_1 79
Porte-mine	B_1 2
Porte (symbole)	B_1 24
Poste d'eau	B_1 28
Poteau (béton armé)	B_1 56 à 58
Pouce	Doc. 4
P.P.C.M.	Doc. 6
Poutre (béton armé)	B_1 56 à 58
Préparation de la planche	B_1 3
Pression	Doc. 3
Prisme	Doc. 26
Profilé (symbole)	B_1 67
Progressions	Doc. 7
Projection	B_1 29
Proportions	Doc. 7
Protection	B_1 49, 50
Purgeur (symbole)	B_1 79
Pyramide	Doc. 26
Quadrilatères	Doc. 25
Quart de rond	B_1 16
Raccordements	B_1 17
— sur tuyauterie	B_1 78
Raccord union (symbole)	B_1 78
Racine carrée	Doc. 13
Racine d'équation	Doc. 7
Radian	Doc. 3
Radiateur (symb.)	B_1 28, 80
Rampe :	
— hauteur	B_1 48
— pente	B_1 48, 97
Rapporteur	B_1 1
Rayon (cotation)	B_1 42
Recouvrement (ardoise)	B_1 88
Rectangle	Doc. 25
Réducteur (symb.)	B_1 79
Regard (symbole)	B_1 25
Règles graduées	B_1 1
Régulation (app.)	B_1 80
Relevé	B_1 4
Reliure (des dessins)	B_1 8
Renard (série)	Doc. 2
Rendu (des façades)	B_1 34
Repérage	B_1 7
Réservoir (symb.)	B_1 80
Rivetage :	
— symboles	B_1 59
Robinetterie (symb.)	B_1 77, 78
Romains (chiffres)	Doc. 1
Schéma	B_1 4
Schéma (exemple)	B_1 83
Scotie	B_1 16
Sécante	B_1 97, 98
Secteur sphérique	Doc. 27
Section	B_1 4, 32
Segment :	
— de cercle	Doc. 21
— parabolique	Doc. 25
Séparateur (symb.)	B_1 79
Serrurerie (généralités)	B_1 67
Sinus	Doc. 15
Siphon (de sol)	B_1 28
Situation (plan de)	B_1 4, 35
Solin (représentat.)	B_1 86
	B_1 60
Soudage :	
— dessins	B_1 60
— représentations	
— symboles	B_1 60 à 64
Soufre	Doc. 30
Soupape de sûreté	B_1 77
Sphère	Doc. 27
— section plane	B_1 19
Spirale	B_1 13
Sthène	Doc. 3
Surbaissé (arc)	B_1 15
Surface de chauffe (symbole)	B_1 80
Surpresseur (symbole)	B_1 79
Symboles :	
— appareils sanitaires	B_1 28
— ascenseurs	B_1 25
— conduits	B_1 26
— fenêtres	B_1 25
— gaines	B_1 25
— mobilier	B_1 27
— portes	B_1 24
— placard	B_1 25
— regard	B_1 25
— vide-ordures	B_1 25
Table (symbole)	B_1 27
Tabouret (symbole)	B_1 27
Talon	B_1 16
Tangente (tracé)	B_1 17
Tangente	Doc. 17
Té (symbole)	B_1 78
Teintes	B_1 23
— pour fluides	B_1 82
Thermie	Doc. 3
Tire-ligne	B_1 2
Tolérances	B_1 51
Tore	B_1 16
—	Doc. 27
Trait (choix)	B_1 21
— (grosseur)	B_1 21
Trame	B_1 3
Trapèze	Doc. 25
Travée (repérage)	B_1 7
Triangle	B_1 11
Trimétrique (perspective)	B_1 38
Tubes pour élec.	B_1 90
Tudor (arc)	B_1 15
Unité (cotation)	B_1 41
Urinoir (symbole)	B_1 28
Vanadium	Doc. 30
Vanne police	B_1 77
Vase d'expansion (symbole)	B_1 80
Ventilateur (symb.)	B_1 79
Vestiaire (symb.)	B_1 27
Vide-ordures (symbole)	B_1 25
Vidoir (symb.)	B_1 28
Volée d'escalier (composition)	B_1 47
Volt	Doc. 3
Volute	B_1 13
Vraie grandeur (d'un angle)	B_1 20
Vues usuelles	B_1 29
Watt	Doc. 3
W.-C. (symbole)	B_1 28
Zinc	Doc. 30

Nota. Le décret du 3 mai 1961 stipule l'obligation d'employer comme unité de force ou de poids le newton (*N*) et non plus le kilogramme-force (*kgf*) ou le kilogramme-poids (*kgp*).
La relation 1 *kgf* = 1 *kgp* = 9,81 *N* permet d'opérer la conversion.
Ainsi l'unité de pression kgf/mm² est remplacée par N/m².
On a ainsi 1 kgf/mm² = $9{,}81 \times 10^6$ N/m² ≈ 10^7 N/m².

ÉQUIPEMENTS GÉNÉRALITÉS

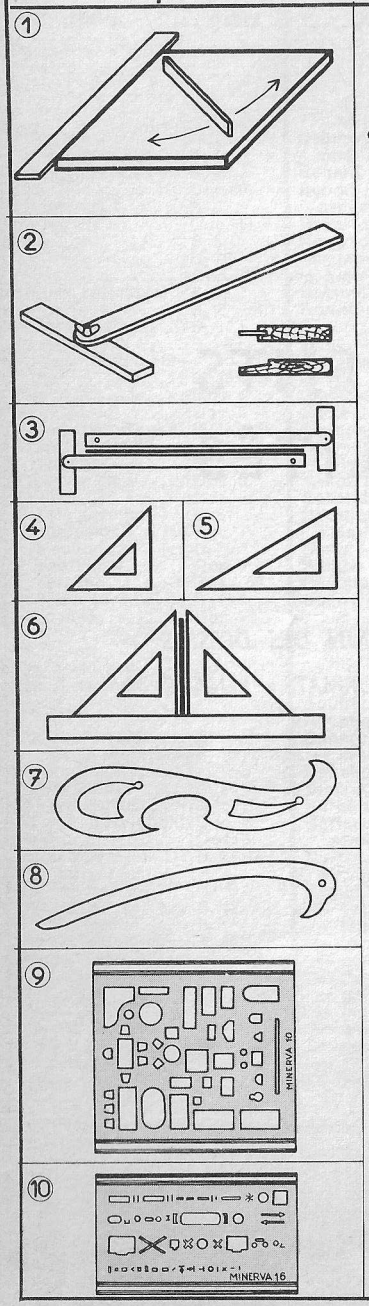
ÉQUIPEMENT DU DESSINATEUR

TERMINOLOGIE ET PRÉSENTATION DES DESSINS

CARTOUCHES - REPÉRAGES - FORMATS - PLIAGES

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

ÉQUIPEMENT DU DESSINATEUR (1)



LE MATÉRIEL

La planche à dessin. Elle doit être plane et généralement assez grande.

Choisir parmi les trois formats suivants : (55 × 80), (80 × 110), (110 × 160).

Les quatre bords doivent être parfaitement rectilignes; on peut en effet être amené à se servir de la planche dans les quatre sens (fig. 1).

Le té. Il permet le tracé des parallèles. Le choisir à crosse simple, pivotante et à bord mince ou biseauté afin de faciliter l'utilisation du stylo (genre « Graphos ») (fig. 2).

La règle parallèle. C'est une règle qui se déplace parallèlement à elle-même grâce à un jeu de câbles. Elle fait partie de la planche à dessin. Ce dispositif est pratique mais plus encombrant et moins mobile qu'un té.

Le té et la règle parallèle seront vérifiés par retournement (fig. 3).

Les équerres. Elles sont à 45° (fig. 4) ou à 30° et 60° (fig. 5); celles à 45° sont les plus utilisées en dessin de bâtiment. Vérifier que leurs bords sont rectilignes (fig. 3).

L'équerrage sera vérifié par retournement sur une règle elle-même vérifiée (fig. 6).

La règle graduée. Elle sera graduée en centimètres et millimètres, mais jamais en demi-millimètres. Longueur courante 30 *cm*.

Les pistolets. Ils servent à tracer les courbes (fig. 7).

Les lisses ou « perroquets ». Ils servent à tracer les courbes longues (fig. 8).

Les compas : **à pompe** pour les petits cercles, **balustre** pour les cercles moyens et **normal** pour les grands cercles.

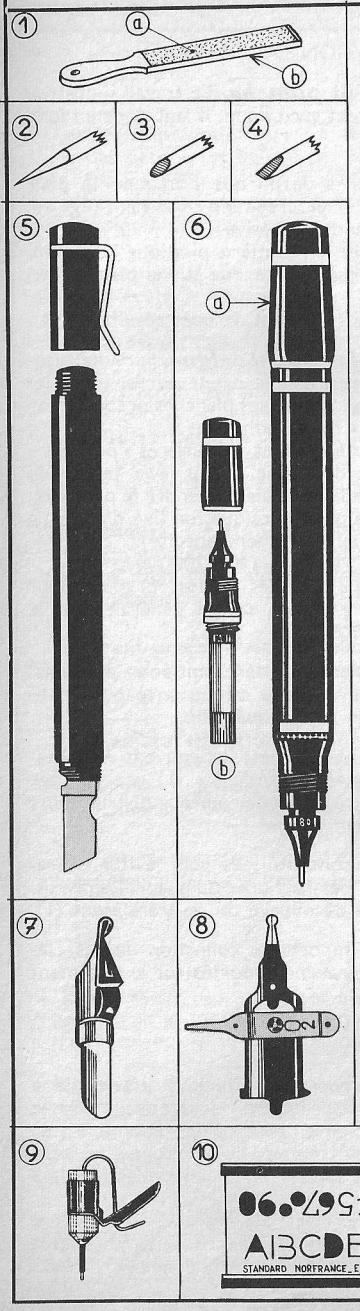
Le compas normal doit être équipé d'une rallonge et les branches doivent pouvoir se couder.

Les grilles. Ce sont des guides pour divers tracés. (Fig. 9. Meubles et appareils sanitaires). (Fig. 10. Symboles pour le chauffage). On les utilise avec le crayon, le « Rapidograph » ou le Graphos à plume tubulaire.

Le rapporteur. Il sert à tracer les angles (rayon minimal 80 à 100 *mm*).

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

ÉQUIPEMENT DU DESSINATEUR (2)



TRACÉ AU CRAYON

• **Le porte-mine de dessinateur.** Il permet d'éviter la taille des crayons au taille-crayon ou au couteau.

Mine affûtée sur 5 à 8 *mm* à l'aide d'un affûtoir (fig. 1) avec papier de verre fin en *a* et moyen en *b* ou d'un taille-mine.

Affûtage : conique (fig. 2), simple biseau (fig. 3), double biseau (fig. 4).

• **Le porte-mine à mine plate** du genre « Mira » supprime la taille et l'affûtage. Il donne un trait d'épaisseur constante (0,2 *mm* environ).

• Le porte-mine à mine ronde de 0,5 *mm*.

Dureté des mines.

Sur calque : **B** ou **HB** ou **2** ou **3**.
Etude sur papier : de **3H** à **5H** ou **4** ou **5**.
Dessin sur papier : **HB, F** ou **3**.
Ombres ou grisés : de **2B** à **6B**.

TRACÉ À L'ENCRE

• **Encre de Chine** en cartouche ou en bouteille avec compte-gouttes.

• **Le tire-ligne** à deux branches identiques, avec, parfois, une réserve d'encre.

• **Le stylo à encre de chine** (type **« Graphos »**) (fig. 5). Des plumes interchangeables donnent des traits d'épaisseur constante (type **« Rapidograph »** (fig. 6 a), des pointes tubulaires interchangeables (fig. 6 b), donnent aussi des traits d'épaisseur constante. (Très utile pour travailler avec les grilles, pistolets, perroquets, etc.)

• **Le porte-plume à dessin.** Ecriture fine, dessins à main levée.

Matériel pour l'écriture.

• **Le porte-plume** à dessin, stylo **« Rapidograph »**.

• **Les plumes** à réserve d'encre, plumes à palette (fig. 7), plumes à entonnoir (fig. 9), plumes alimentées par un stylo « Graphos » (fig. 8).

• **Les trace-lettres** réalisent des écritures régulières à l'aide de plumes tubulaires (fig. 10).

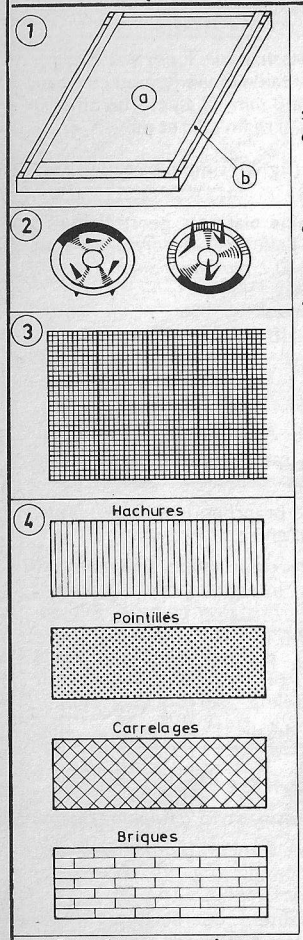
• Les transferts (voir B₁3).

Effaçage. Les gommes (non mouillées).
Le grattoir ou la lame de rasoir.
Le grattoir à laine de verre donne de bons résultats mais peu de précision.

Accessoires. Chiffons pour essuyer plumes et tire-lignes. Punaises et rubans adhésifs.

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

ÉQUIPEMENT DU DESSINATEUR (3)



PRÉPARATION DU TRAVAIL

Préparation de la planche. Le travail industriel s'exécute essentiellement sur calque. Il faut donc un fond clair sous ce calque.

Deux solutions :

1° Tendre un papier à dessin que l'on mouille pour le détendre avant de le fixer. Il se tend en séchant (fig. 1) : *a*) papier tendu, *b*) bandes adhésives.

2° Utiliser une feuille en matière plastique (du commerce), simplement posée ou tendue sur la planche (en général, lavable).

Les plastiques adhésifs donnent de bons résultats.

Fixation du papier ou du calque. Sur une planche non préparée on utilisera la bande adhésive ou les punaises à 3 pointes (fig. 2). Sur les planches préparées on utilisera uniquement la bande adhésive.

Pour les travaux qui nécessitent des surfaces « pochées » importantes à l'encre de Chine ou au lavis (encre de Chine + eau), il est indispensable de tendre le papier ou le calque. (Notons que pour le calque, on fixe d'abord la feuille et on l'humidifie légèrement ensuite).

— Nature du papier : à dessin 150 à 200 g/m².

— Nature du calque : pour les études, 40 g/m²; pour les dessins, 72 à 110 g/m²; on utilise généralement le papier calque de 90 g/m².

Les dessous. Il est parfois intéressant pour les esquisses ou études de placer sous le calque un papier millimétrique (fig. 3) ou un papier quadrillé.

Les traits (droits et courbes). Ils peuvent être dessinés à partir de systèmes « transfert » (1) par ponçage (0,1 à 10 *mm*, env.), ou à partir de rouleaux distributeurs par collage (0,5 à 25 *mm* env.).

Les trames. Elles sont utilisées pour éviter le travail fastidieux de tracé des hachures ou quadrillés divers. Elles se collent après découpage ou se transfèrent (1).

Les lettres, signes, symboles, etc. Une importante collection de ces éléments existe chez les divers fabricants. Ils sont généralement portés sur le document par « transfert » (1).

Les « gris ». Ils peuvent être obtenus au tirage « hélio » en plaçant sur le calque des films ou bandes de couleur. Un essai préalable indiquera avec précision les « gris » obtenus à partir des diverses teintes.

Le lavis. Exécuté avec un mélange d'eau et d'encre de Chine. Il est réalisé à l'aide d'un bâton d'encre de Chine solidifiée, ce qui permet un dosage facile. On le passe au pinceau et il faut se garder de le laisser sécher en cours d'opération.

L'aquarelle. Certains dessins nécessitent des teintes conventionnelles. On emploie couramment l'aquarelle très diluée, passée suivant la technique du lavis, à l'aide du pinceau.

(1) On appelle « transfert » l'application d'un trait, d'une figure ou d'une trame sur un support par frottement. Le transfert peut être obtenu par pression, par déformation ou par effet thermique dû au frottement.

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

TERMINOLOGIE DES DESSINS

TYPES DE DESSINS

Remarque préliminaire : La terminologie des dessins est définie par les normes NF E 04-005 et NF P 02-001, la seconde s'adressant plus directement aux dessins d'architecture.

1. **Croquis :** D'une manière générale, dessin exécuté à main levée.

2. **Esquisse :** Dessin à petite échelle, exécuté à main levée en vue de la recherche des grandes lignes du parti.

3. **Etude :** Dessin à l'échelle de 0,005 ou 0,01 exécuté à main levée en vue de la mise au point de l'esquisse.

4. **Schéma :** Dessin, à l'échelle ou non, très simplifié, surtout destiné à la représentation des liaisons, fonctionnement, installations, etc.

5. **Avant-projet :** Ensemble de dessins exécutés à l'aide d'instruments et à partir de la dernière étude.

6. **Plan de situation :** Il situe une construction par rapport à une ville, un quartier, une rue. Il est réalisé à petite échelle (0,0002 ou 0,0005).

7. **Plan de masse :** Plan d'ensemble, en général à petite échelle, il situe les bâtiments les uns par rapport aux autres et par rapport aux limites du terrain (échelle 0,001, 0,002 ou 0,005) (voir B1. 8).

8. **Projet d'exécution :** Dessins établis à partir de l'avant-projet en vue de la réalisation d'un bâtiment.

— **Dessins d'ensemble :** Etablis généralement à l'échelle 0,02, ils sont complètement cotés et portent tous les renseignements nécessaires aux entrepreneurs.

— **Dessins de détails :** Ils complètent les dessins d'ensemble et précisent les points qui ne peuvent être représentés sur les dessins d'ensemble. Ex. : mouluration, calepin d'appareil, détails divers.

9. **Perspective :** Dessins figurant tout ou partie d'un bâtiment, établis suivant les règles des perspectives, axonométriques ou coniques.

Ces perspectives peuvent être ombrées ou teintées.

10. **Relevé :** C'est un croquis coté relevé sur place à main levée il; est destiné à la représentation dessinée d'ouvrages existants.

11. **Epures :** Ce sont des tracés qui s'apparentent aux tracés géométriques, mais ils ont un but pratique. Ex. : Epure de charpente...

DÉFINITIONS

• ***Plan:*** Projection sur le sol d'un bâtiment coupé à une certaine hauteur par un plan horizontal.

• ***Coupe :*** Projection d'un bâtiment sur un plan sécant vertical continu ou brisé dont l'emplacement est choisi au mieux des éléments qu'on veut faire apparaître.

• ***Section :*** Dessin des parties contenues dans un plan sécant à l'exclusion des ouvrages situés en arrière de ce plan.

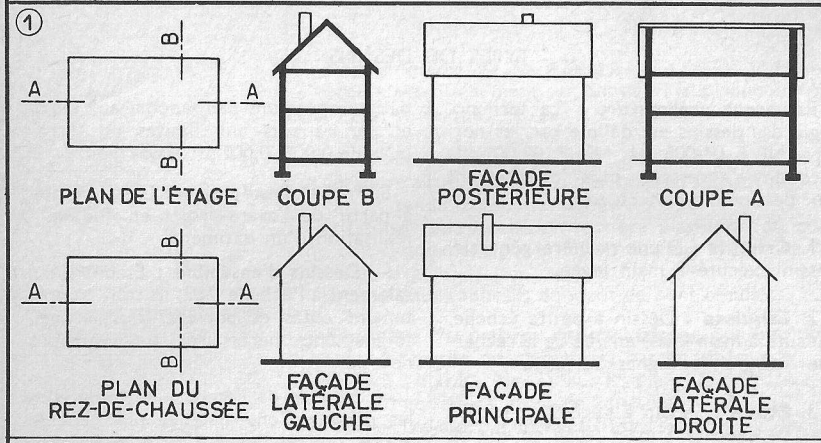
• ***Façades :*** Elévations d'ensemble des diverses faces d'un bâtiment. Ces façades peuvent être ombrées ou teintées.

• ***Détails :*** Dessins en général à grande échelle, donnant des précisions de construction ou une représentation plus exacte des formes et profils.

• ***Calepin d'appareil :*** Représentation exacte de la disposition des pierres, briques, etc., avec leur cotation et le repérage des divers éléments.

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

PRÉSENTATION DES DESSINS



N. B. La présentation ci-dessus est une dérogation au système général de projection exposé à B_1. 29 Elle fait l'objet de la norme NF. P 02-002.

DISPOSITIONS DES VUES

• Lorsque les dessins peuvent entrer sur une même feuille, on les dispose de la manière indiquée ci-dessus (fig. 1).

• Si tous les dessins n'entrent pas dans la feuille, adopter les diverses solutions suivantes :

— Grouper les plans d'une part et les façades et coupes d'autre part.

— Grouper les plans, les façades et les coupes sur 3 planches distinctes.

— Dessiner chaque plan, façade ou coupe, sur des planches séparées.

• Lorsque les plans font l'objet de feuilles séparées, rassembler si possible sur la même feuille tous les détails d'aménagement se rapportant à un même plan afin de faciliter la consultation.

• Les coupes partielles et sections ne seront jamais rabattues; leur faire opérer la rotation nécessaire pour que les planchers et murs se présentent normalement.

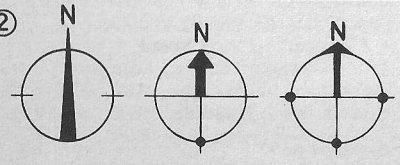
• Si des coupes, sections ou détails sont dessinés sur d'autres planches que celles où ils sont représentés en vue d'ensemble, on place sur ces dernières les mentions : Voir coupe AA, ou voir tel détail : plan n° ...

PLANS TECHNIQUES

Les dessins de bâtiment ne peuvent sur une même feuille porter les indications nécessaires à tous les corps d'état.

On procède alors de la façon suivante : sur des contre-calques tirés d'après le calque de maçonnerie ou mieux d'après celui donnant la représentation finie des locaux, on indique les installations du second œuvre (électricité, plomberie, chauffage, etc.), cela exige un contre-calque par « technique ».

②



Orientation géographique.

Elle sera donnée par une rose des vents très simplifiée, visible mais sobre (fig. 2).

N.B. La présentation des dessins de bâtiment fait l'objet d'une norme P. 02-002 que l'on consultera utilement.

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

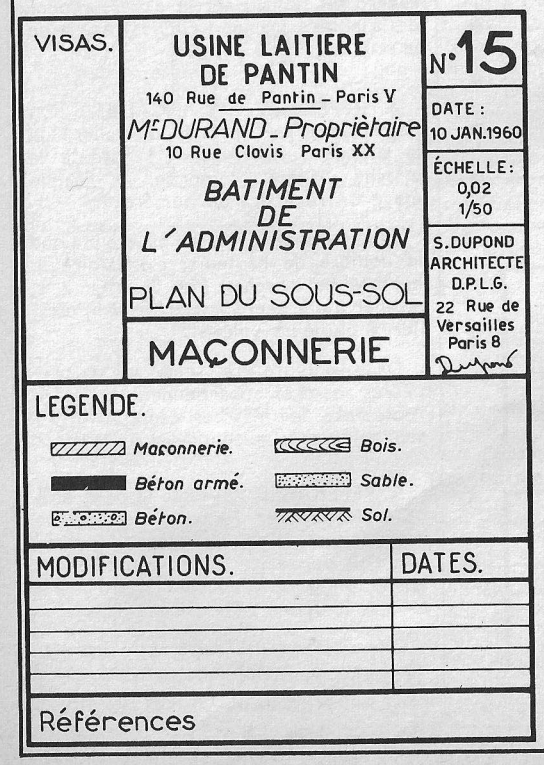
CARTOUCHES

1. Format. Le pliage étant réalisé au format 297 × 210 *mm* (voir B_1. 8). Le cartouche sera compris dans un cadre de 287 × 200 *mm*. Dans certains cas, il sera compris dans un 1/2 format soit 200 × 143.

2. Emplacement. Placer le cartouche dans un des angles de la feuille au mieux de la place disponible et de façon qu'il apparaisse après pliage. Pour une même affaire, le placer toujours au même endroit.

3. Inscriptions. Le cartouche doit contenir les renseignements ci-dessous dans l'ordre où ils sont énumérés :

— Désignation et adresse de la construction;
— Nom et adresse du propriétaire;
— Désignation et repérage de la partie considérée;
— Repérage ou désignation du dessin (plan, coupe, façade, etc.);
— Désignation du corps d'état;
— Echelle numérique (éventuellement échelle graphique);
— Date du dessin;
— Nom, adresse et signature de l'architecte;
— Emplacements pour les visas;
— Légendes;
— Tableau pour noter les modifications;
— Numéro de classement ou référence de l'architecte;
— Emplacement pour références diverses et autres indications complémentaires.



N.B. — Les indications de repérage doivent se situer en haut et à droite du cartouche afin de repérer plus facilement les dessins dans les dossiers qui en contiennent plusieurs.

— On trouvera ci-contre un modèle de cartouche, mais cette disposition peut varier tout en conservant les divers renseignements nécessaires.

— La grandeur et la force des lettres seront en rapport avec l'importance des titres.

— Il peut être important d'encadrer d'une façon visible les repères essentiels.

— Il est toujours préférable de n'utiliser que des lettres verticales.

— Pour différencier les indications agir sur le corps ou sur l'épaisseur de l'écriture.

— Serrer les lignes se rapportant à une même indication pour créer des « blancs » entre les « pavés » ainsi constitués.

— On consultera si nécessaire la norme P.02-007 sur les « Cartouches d'inscription ».

ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

REPÉRAGES

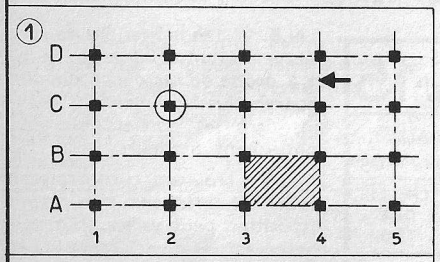
Il est nécessaire pour toute construction un peu importante de permettre un repérage rapide des divers points de la construction. Ceci facilitera la rédaction ou la lecture des pièces écrites et les conversations téléphoniques.

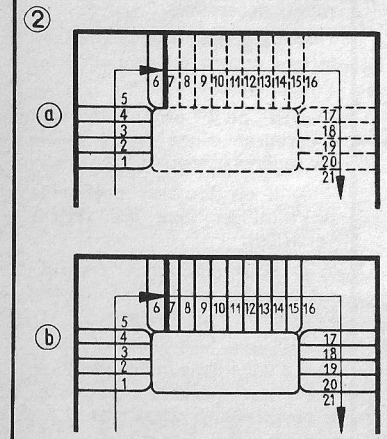
1. REPÉRAGE DES ÉTAGES : Chaque étage sera repéré de la façon suivante :

— 2e sous-sol	S. 2.
— 1er sous-sol	S. 1.
— Rez-de-chaussée	0.
— 1er étage	1.
— 2e étage	2, etc.

L'expression « entresol » n'est employée que dans le cas d'étage partiel.

On peut numéroter l'entresol comme l'étage dans lequel il est compris, en faisant suivre le numéro de la lettre « E » en indice.





2. REPÉRAGE DES LOCAUX : La numérotation partira de la cage d'escalier principale (numéro 1) et sera réalisée en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Chaque numéro sera précédé de la référence d'étage ci-dessus, séparée par un point, exemple : S. 2-1, 0-1, etc.

Cette numérotation permet, dans de nombreux cas, de donner le même numéro aux locaux identiques des divers étages.

3. REPÉRAGE DES TRAVÉES : De nombreuses constructions sont ossaturées; il est alors très utile de pouvoir repérer, soit les poteaux, soit les espaces compris entre 2 poteaux, ou encore les surfaces comprises entre 4 poteaux. On repérera les axes de gauche à droite du dessin par des nombres et de bas en haut du dessin par des lettres (fig. 1). Ex. : repère du poteau cerclé : C-2; repère de la poutre fléchée : C-D-4; repère de la cellule grisée : A-B-3-4.

4. REPÉRAGE DES ESCALIERS. On numérotera les marches d'escalier, de la première marche N° 1 jusqu'à la marche palière comprise. A chaque étage on repartira du numéro 1.

Le numéro de la marche palière indique le nombre de hauteurs, c'est-à-dire le nombre de marches (fig. 2), (fig. 2 *a*) escalier à une seule volée, (fig. 2 *b*) escalier à plusieurs volées.

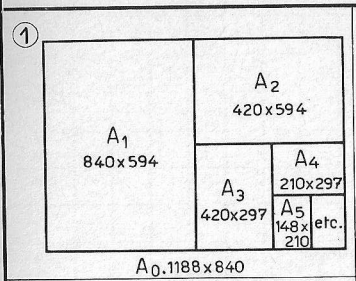
Dans la figure 2 b, seules les six premières marches appartiennent à l'étage représenté; les marches « sept à vingt » sont celles de la volée inférieure.

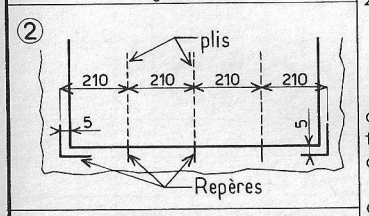
5. REPÉRAGES DIVERS. Il peut être utile de repérer les ouvrages qui se reproduisent à chaque étage de sorte que l'on puisse les identifier facilement quand on passe d'un plan à un autre. Ex. : Ascenseurs, gaines, conduits, etc.

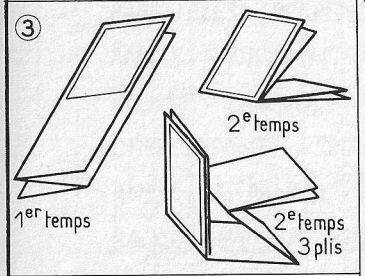
On adoptera des repérages distincts de façon à éviter toutes confusions. Ex. : a, b, c, I, II, III, G_1, G_2, G_3, etc.

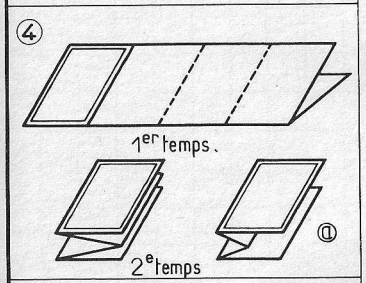
ÉQUIPEMENT - GÉNÉRALITÉS

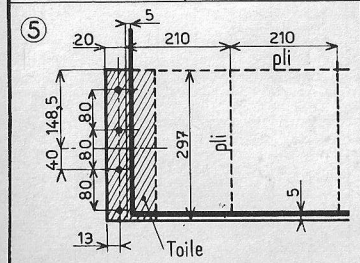
FORMATS - PLIAGES - ÉCHELLES











FORMATS : Le format des dessins pliés est le suivant : (297 × 210) *mm*.

Les dessins auront donc un format de :

n fois 297 × **m** fois 210.

Le format recommandé est (594 × 1 260 *mm*); s'il est nécessaire de dépasser ce format, se limiter à (1 188 × 840) ou (891 × 1 260) *mm*.

Terminologie des formats $\mathbf{A_0}$, $\mathbf{A_1}$, $\mathbf{A_2}$, etc. (fig. 1).

Marges. Elles sont de 5 *mm*; on tracera des repères de découpage et pliage au format 297 × 210 et dans la marge (fig. 2).

PLIAGE.

Document de bureau.

Effectuer le pliage de gauche à droite ou de droite à gauche, suivant l'emplacement du cartouche, en accordéon d'abord, puis dans le sens de la hauteur.

Le cartouche doit apparaître sur le dessus du document plié (fig. 3).

Document de chantier.

Effectuer le pliage dans le sens de la hauteur d'abord puis en accordéon. (Genre carte Michelin). Ce genre de pliage n'est intéressant que lorsqu'il n'y a qu'un pli transversal (fig. 4). C'est pourquoi on adopte généralement le seul pliage du type : « Document de bureau ».

Si le document n'a pas une longueur multiple du format normalisé, on fait un pli plus court (fig. 4 a) de façon à obtenir toujours des bords parfaitement alignés.

Reliure. Coller en bas à gauche du dessin un papier ou une toile spéciale perforée conformément à la figure 5.

ECHELLES.

Sauf en cas de besoin absolument justifié, se limiter aux seules échelles ci-après :

— **Plan de situation** : 0,0005 (1/2 000), 0,0002 (1/5 000).

— **Plan de masse** : 0,001 (1/1 000), 0,002 (1/500), 0,005 (1/200).

— **Plan d'ensemble** : 0,005 (1/200), 0,01 (1/100).

— **Avant-Projet** : 0,005 (1/200), 0,01 (1/100), 0,02 (1/50).

— **Plan d'exécution** : 0,02 (1/50), 0,01 (1/100) rare.

— **Détails** : 0,05 (1/20), 0,10 (1/10), 1/2 et 1, exceptionnellement plus de 1.

L'échelle est indiquée sur les dessins par un coefficient et un rapport. Ex. : 0,02 (1/50).

On précise généralement l'échelle de la façon suivante : Ex. : 2 *cm* par *m*.

On consultera utilement les normes P. 02.006 et P. 02.002.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

PARALLÈLES - PERPENDICULAIRES

ANGLES - DIVISIONS - POLYGONES

ELLIPSE - PARABOLE - HYPERBOLE

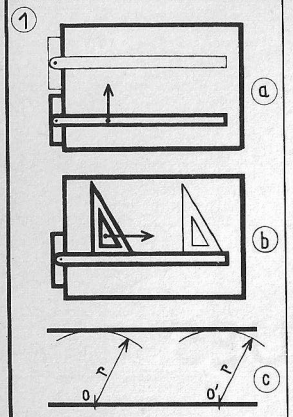
DÉVELOPPANTE - SPIRALE - HÉLICE - OVALE

ANSES DE PANIER - ARCS - MOULURES

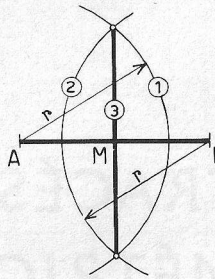
RACCORDEMENTS - INTERSECTIONS - DÉVELOPPEMENTS

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

PARALLÈLES - PERPENDICULAIRES

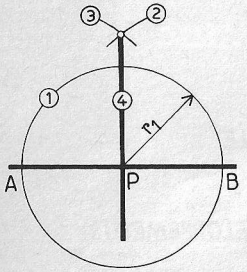
① 

② Médiatrice de AB



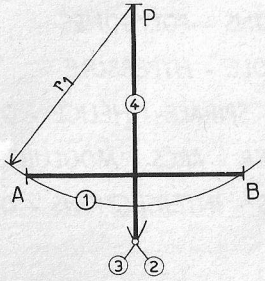
r quelconque $> \frac{AB}{2}$

③ Perpendiculaire par P :



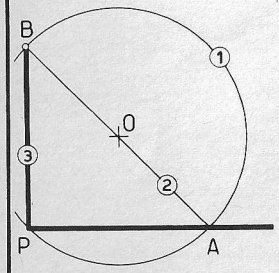
Tracer PA=PB
Puis la médiatrice de AB
(voir fig.2)

④ Perpendiculaire par P :



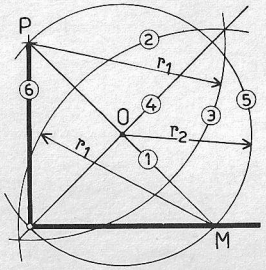
Tracer PA=PB
Puis la médiatrice de AB
(voir fig.2)

⑤ Perpendiculaire par P :



De O quelconque cercle passant par P puis diamètre AB.

⑥ Perpendiculaire par P :



M quelconque sur la droite.
Cercle de diamètre PM.

Sur les figures relatives aux tracés géométriques, les nombres inscrits dans les petits cercles indiquent l'ordre à suivre pour le tracé.

PARALLÈLES.

Généralement tracées à l'aide du té (fig. 1 *a*) ou de l'équerre (fig. 1 *b*) s'appuyant sur une règle.

Pour les épures on peut les tracer à l'aide du compas, la parallèle est alors tangente à deux arcs de cercles égaux (fig. 1 *c*).

PERPENDICULAIRES.

Les constructions données ici ne sont applicables qu'aux épures.

Médiatrice d'un segment (fig. 2).

Perpendiculaire à une droite passant par le point P :

- situé sur la droite (fig. 3);
- en dehors de la droite (fig. 4);
- en bout de la droite (fig. 5);
- en bout et en dehors de la droite (fig. 6).

Les constructions des figures 3 et 4 découlent de la construction de la médiatrice d'un segment (fig. 2).

Pour le dessin technique :

— les perpendiculaires sont tracées au té et à l'équerre;

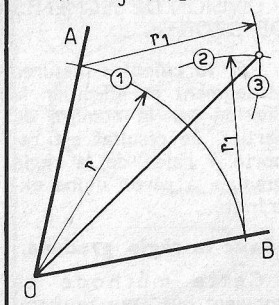
— les médiatrices sont tracées après repérage du milieu d'un segment à l'aide de la règle graduée.

N.B. Pour obtenir des tracés précis, il faut que les instruments soient vérifiés sérieusement (voir B_1. 1).

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

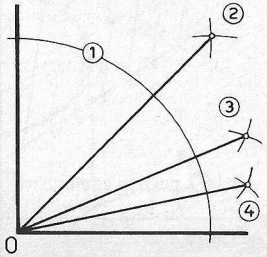
ANGLES

① Bissectrice de l'angle $\widehat{AOB}$



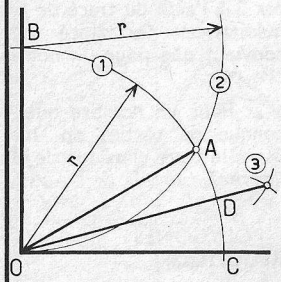
r quelconque le plus grand possible.

② Angles de : 45°
22°30'
11°15'



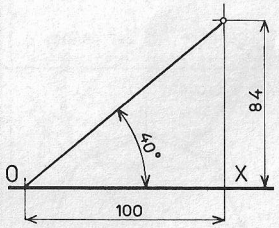
Bissectrices successives

③ Angles de : 60°
30°
15°



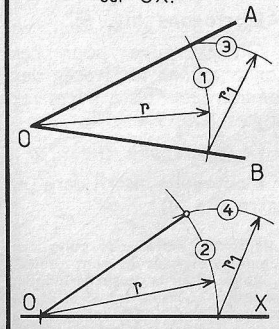
$\widehat{AOB} = 60°$ $\widehat{AOC} = 30°$
$\widehat{COD} = 15°$

④ Angles de 40°
tg 40° ≈ 0,84



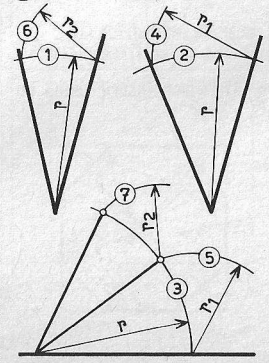
Construit sur la droite OX.

⑤ Report de l'angle $\widehat{AOB}$ sur OX.



r quelconque le plus grand possible.

⑥ Addition d'angles par reports



BISSECTRICE.

Le tracé de la bissectrice s'effectue à la règle et au compas (fig. 1).

ANGLES REMARQUABLES.

Les angles de 90°, 60°, 30° et leurs moitiés, quarts..., sont obtenus par le tracé des bissectrices.

On sait tracer un angle droit (voir DB. 9); les bissectrices successives donnent les angles de 45°, 22° 30', 11° 15', etc. (fig. 2).

Le tracé des angles de 60° et 30° est obtenu par la construction du point A. Les bissectrices successives donnent les angles de 15°, 7° 30', etc. (fig. 3).

ANGLES QUELCONQUES.

On les construit à l'aide de leur tangente (Doc. 17 et 18).

Exemple :. Angle de 40° (fig. 4).

tg 40° = 0,8391.
≈ 0,84.

Le triangle rectangle dont les côtés de l'angle droit sont 84 et 100 donne l'angle recherché (opposé au côté ayant pour valeur 84).

REPORT D'UN ANGLE (fig. 5).

On peut reporter plusieurs angles afin de les additionner ou les soustraire (fig. 6).

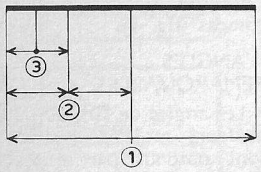
Angles obtenus par combinaison d'angles remarquables :

75° = 60° + 15°
45° + 30°
105° = 90° + 15°
60° + 45°
120° = 90° + 30°
60° + 60°
135° = 90° + 45°
150° = 90° + 60°

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

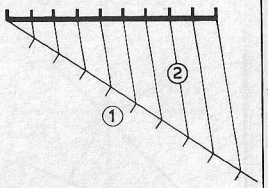
DIVISIONS - POLYGONES

① Division en un nombre pair de parties égales.



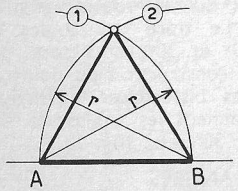
Ici : 8 parties égales.

② Division en un nombre qcq. de parties égales.



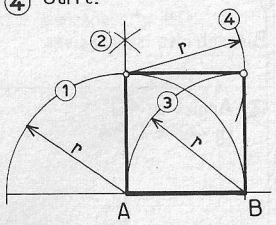
Ici : 9 parties égales.

③ Triangle équilatéral.



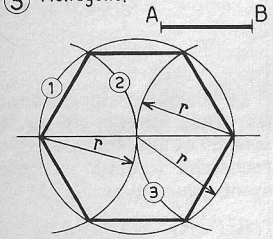
Le côté AB est donné.

④ Carré.



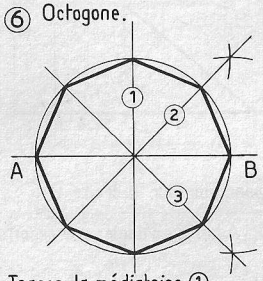
Le côté AB est donné.

⑤ Hexagone.



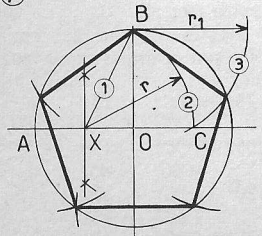
Le côté AB est donné.
r = AB

⑥ Octogone.



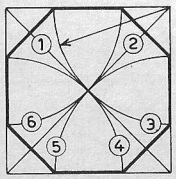
Tracer la médiatrice ① puis les bissectrices ② et ③.

⑦ Pentagone.



X au milieu de OA.
r = BX , r1 = BC

⑧ Octogone inscrit dans un carré.



DIVISION DE SEGMENTS DE DROITE.

Par le calcul : mesurer le segment et effectuer la division par le nombre de parties. Le résultat est reporté à l'aide de la règle graduée à partir d'une extrémité.

Avec la règle graduée.

Cette méthode ne convient que pour un nombre pair (fig. 1). Les divisions par 2 se font mentalement.

Par le tracé :

1° Diviser successivement par 2 à l'aide du tracé de la médiatrice. Ce tracé ne convient que pour un nombre pair.

2° Pour un nombre quelconque de parties on utilisera le tracé classique de la figure 2.

POLYGONES RÉGULIERS.

Le triangle équilatéral (fig. 3).

Le carré (fig. 4).

L'hexagone (fig. 5).

L'octogone (fig. 6).

On retrouve pour ces constructions les tracés des médiatrices, bissectrices et angles (DB. 9 et 10).

Le pentagone (fig. 7).

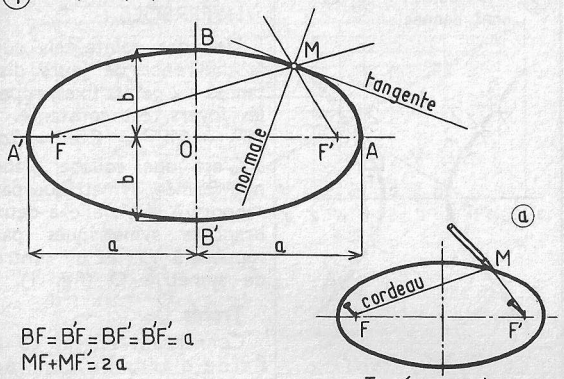
L'octogone inscrit dans un carré (fig. 8).

N.B. Les tracés des polygones réguliers exposés ici sont utilisés en épure. Pour le dessin technique, on utilise couramment le té et les équerres à 45°, 60° et 30°. Le compas restant indispensable pour certaines constructions.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

ELLIPSE - PARABOLE

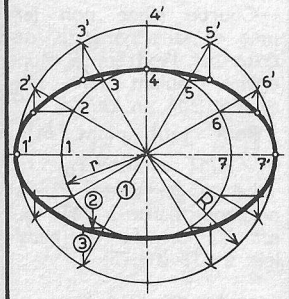
① Ellipse : propriétés.



BF = B'F = BF' = B'F' = a
MF + MF' = 2a

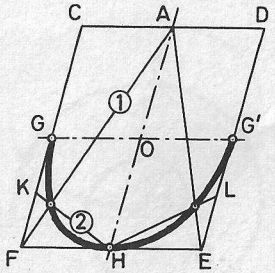
Tracé au cordeau.

② Ellipse.



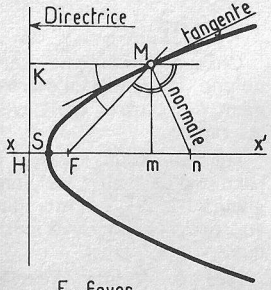
R = a
r = b

③ Ellipse inscrite dans un parallélogramme.



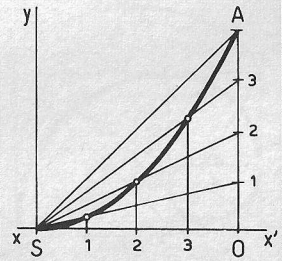
KG = KF

④ Parabole : propriétés.



F = foyer.
SH = SF ; FH : paramètre
mn : sous-normale (mn = FH)

⑤ Parabole : tracée à partir de XX', S, A.



SO et OA divisés en un même nombre de parties égales.

ELLIPSE.

Lieu des points d'un plan tels que la somme des distances de chacun d'eux à 2 points fixes appelés foyers (F, F') est constante.

MF + MF' = 2a = Cte.

C'est une courbe plane fermée ayant deux axes de symétrie AA' = 2a et BB' = 2b et un centre de symétrie O (Fig. 1).

— De la définition ci-dessus découle le tracé réalisé à l'aide d'un fil ou d'un cordeau (fig. 1a).

— Si une ellipse est donnée par la longueur de ses axes, on peut la tracer à l'aide des cercles de centre O et de rayons respectifs a et b (fig. 2).

— En perspective (voir B1. 18), on considère l'ellipse comme inscrite dans un parallélogramme et tangente aux milieux des côtés de ce parallélogramme (fig. 3).

PARABOLE.

Lieu des points d'un plan également distants d'une droite fixe de ce plan appelée directrice, et d'un point fixe du plan appelé foyer.

C'est une courbe plane non fermée ayant un axe de symétrie XX'.

Pour tous points tels que M, on a MF = MK (fig. 4).

Tracés :

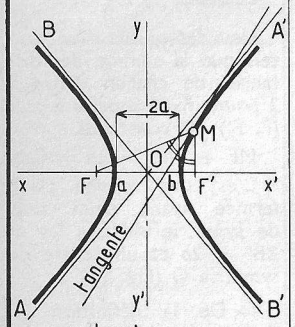
1° Connaissant la directrice et le foyer, à l'aide de la relation ci-dessus (fig. 4).

2° Connaissant XX', le sommet S et un point quelconque A (fig. 5).

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

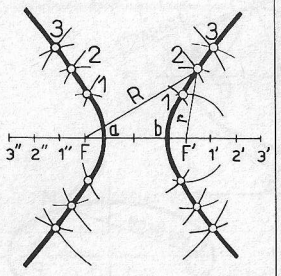
B₁ 13 — HYPERBOLE - DÉVELOPPANTE SPIRALE - VOLUTE

① Hyperbole : propriétés



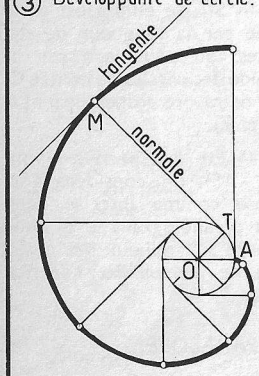
AA', BB' = asymptotes
FM - F'M = ab

② Hyperbole : F F' et ab sont donnés.

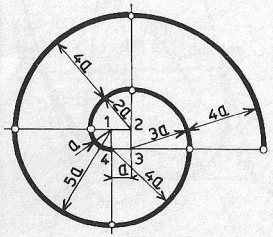


R = b2", r = b2'
F2 - F'2 = ab

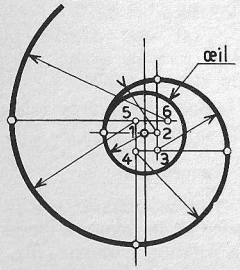
③ Développante de cercle.



④ Spirale à 4 centres.

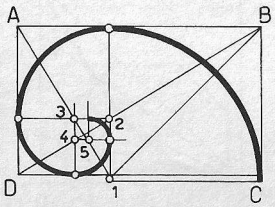


⑤ Volute.



Longueurs 1-2, 2-3, 3-4 en progression arithmétique.

⑥ Volute inscrite dans un rectangle.



B-1 bissectrice de $\widehat{B}$, A-1 perp. à BD. Centres altern. sur A-1 et BD.

HYPERBOLE.

Lieu des points tels que la différence de leurs distances à 2 points fixes, appelés foyers, est constante.
MF — MF' = Cte = 2*a*.

C'est une courbe plane non fermée, symétrique par rapport à XX'; elle a deux branches symétriques par rapport à YY' et un centre de symétrie O (fig. 1).

Tracés :

Connaissant FF' et *ab* à l'aide d'arcs de cercles (fig. 2).

DÉVELOPPANTE DE CERCLE.

Courbe plane non fermée et sans symétrie, décrite par l'extrémité d'une droite roulant sans glissement sur un cercle.

Pour tout point M :

MT = arc $\widehat{AT}$.

La tangente en M est perpendiculaire à MT, qui est la normale, et parallèle à OT (fig. 3).

SPIRALE.

Courbe formée d'arcs de cercles dont les centres sont placés aux sommets d'un polygone (fig. 4).

VOLUTE.

Chaque centre ne sert qu'une seule fois; l'écartement des centres croît avec les rayons.

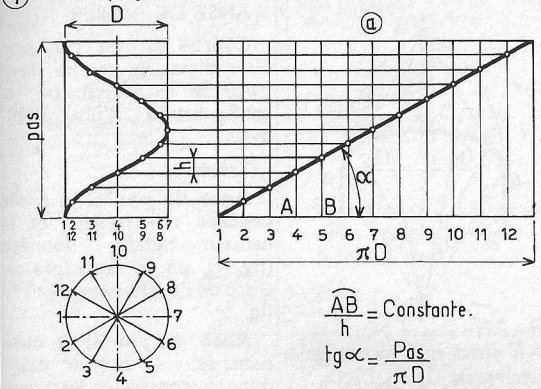
Fig. 5. Volute tracée à partir d'un œil; les longueurs 1-2, 2-3, 3-4, etc. sont en progression arithmétique.

Fig. 6. Volute inscrite dans un rectangle; les centres sont placés alternativement sur A1 et BD.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

HÉLICE - OVALE — B₁ 14

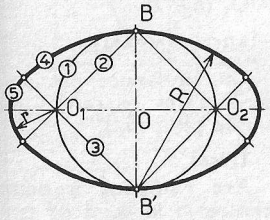
① Hélice : projection et développement.



$\frac{\widehat{AB}}{h}$ = Constante.

$tg\,\alpha = \frac{Pas}{\pi D}$

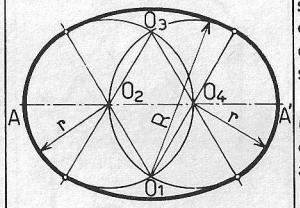
② Ovale.
Le petit axe est donné.



R = BB'

Centres : B, B', O_1, O_2.

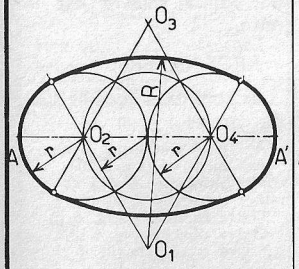
③ Ovale au tiers.
Le grand axe est donné.



$r = \frac{AA'}{3}$ R = 2r

Centres : O_1, O_2, O_3, O_4.

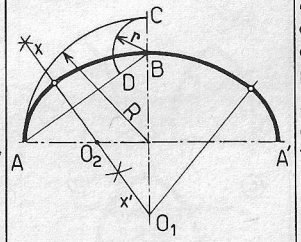
④ Ovale au quart.
Le grand axe est donné.



$r = \frac{AA'}{4}$

Centres : O_1, O_2, O_3, O_4.

⑤ Ovale.
Les deux axes sont donnés.



$R = \frac{AA'}{2}$ r = CB

xx' médiatrice de AD
centres O_1, O_2, etc...

HÉLICE.

Courbe portée par un cylindre. Elle est décrite par un point animé de deux mouvements simultanés à vitesses constantes; rotation autour du cylindre, translation parallèle à l'axe du cylindre :

$\frac{\widehat{AB}}{h}$ = constante (fig. 1).

La courbe développée sur un plan (ligne droite) s'obtient par développement du cylindre qui la supporte (fig. 1 a).

OVALE.

Courbes planes fermées, symétriques par rapport à deux axes perpendiculaires et possédant un centre de symétrie.

Elles sont constituées par une succession d'arcs de cercle se raccordant les uns aux autres. Elles peuvent parfois remplacer les ellipses, sauf dans les épures.

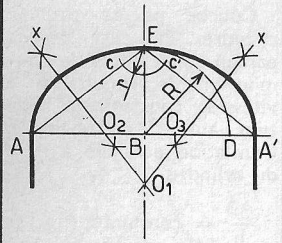
Tracés :

- Le petit axe BB' est donné; un cercle de diamètre BB' donnera la position des centres (fig. 2).
- Le grand axe AA' est donné; ovale au tiers : deux cercles donnent la position des centres (fig. 3).
- Le grand axe AA' est donné; ovale au quart : trois cercles donnent la position des centres (fig. 4).
- Les deux axes sont donnés. Joindre AB; DB est égal à la différence des deux demi-axes. xx' est la médiatrice de DA. Les points O_1 et O_2 donnent la position des centres (fig. 5).

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

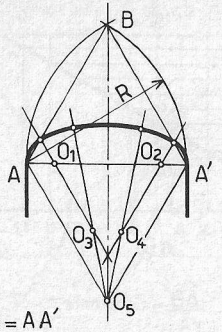
ANSE DE PANIER - ARC - OGIVE

① Anse de panier à trois centres.



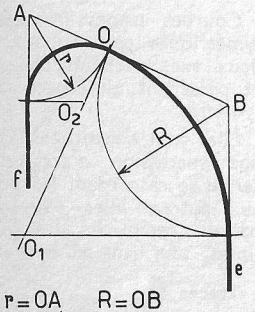
R = EB r = DA'
xO_1 médiatrices de AC et A'C'.
Centres O_1, O_2, O_3.

② Anse de panier à cinq centres.



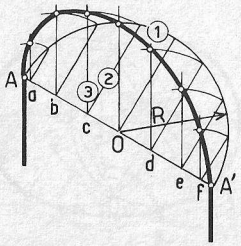
R = AA'
AA' divisé en 6 parties égales.
Centres O_1, O_2, O_3, O_4, O_5.

③ Arc rampant à deux centres



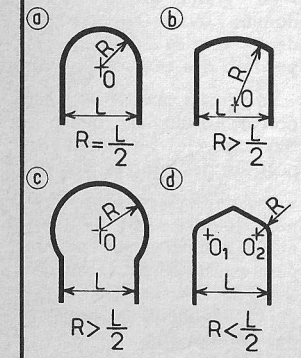
r = OA R = OB
OO_1 perpendiculaire à AB.
Centres O_1, O_2.

④ Arc rampant tracé par points.

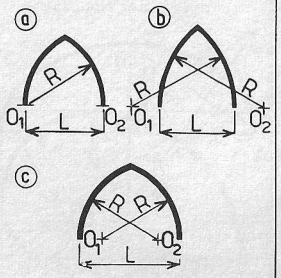


R = OA
a,b,c,d,e,f..... quelconques sur AA'.

⑤ Arcs divers.



⑥ Ogives.



a R = L
b R > L
c R < L

ANSE DE PANIER.

Courbe formée par une série d'arcs de cercles donnant à cette courbe la configuration d'un demi-ovale.

Tracés :

Anse de panier à trois centres : la largeur et la hauteur étant données (fig. 1), on se reportera au tracé de l'ovale (voir B_1. 14, fig. 5).

Anse de panier à cinq centres : la largeur étant donnée, construire les triangles équilatéraux ABA' et AO_5A', diviser AA' en 6 parties égales et tracer O_1O_3 et O_2O_4 parallèles à AO_5 et $A'O_5$ (fig. 2).

ARC RAMPANT.

Courbe fermée par une série d'arcs de cercles ou tracée par points.

Tracés :

Arc rampant à deux centres : le point de tangence O étant choisi, tracer la perpendiculaire OO_1 et suivre le tracé de la figure 3.

Arc rampant tracé par points : on suivra le tracé de la figure 4. Le nombre de points relevés est illimité.

ARCS DIVERS.

Ils sont tous formés d'arcs de cercles :

Arc plein cintre (fig. 5 a).
Arc surbaissé (fig. 5 b).
Arc outrepassé (fig. 5 c).
Arc tudor (fig. 5 d).
Ogive équilatère (fig. 6 a).
Ogive allongée (fig. 6 b).
Ogive raccourcie (fig. 6 c).

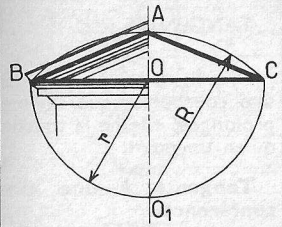
Les tracés sont indiqués sur les figures 5 et 6 et se suffisent à eux-mêmes.

OGIVES (fig. 6).

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

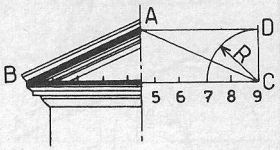
MOULURES

① Fronton.



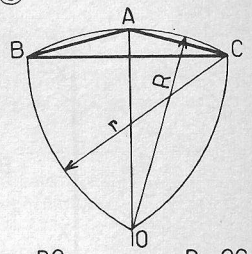
$r = \frac{BC}{2}$ $R = O_1C$

② Fronton.



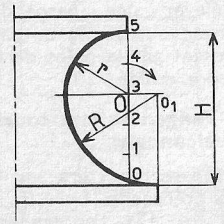
BC divisé en 9 parties égales
R = 2 parties = $\frac{2BC}{9}$
Autre solution:
$R = \frac{3BC}{14}$

③ Fronton.



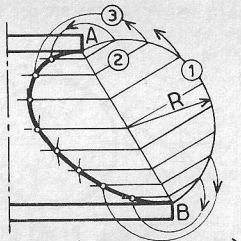
r = BC R = OC

④ Scotie à deux centres.



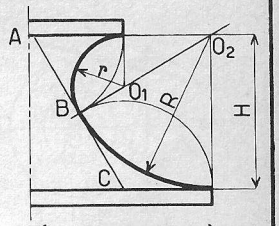
Toute division impaire de H est possible.

⑤ Scotie tracée par points



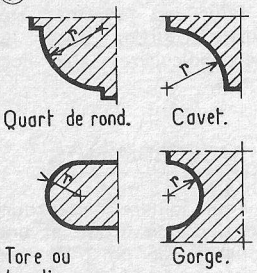
$R = \frac{AB}{2}$ (Voir B_1.15, fig.4)

⑥ Scotie à deux centres.



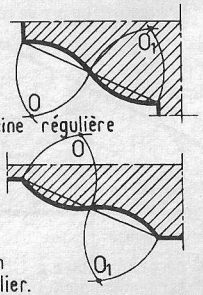
(Voir B_1. 15, fig. 3)

⑦ Moulures.



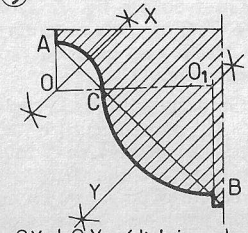
Quart de rond. Cavet.
Tore ou boudin. Gorge.

⑧ Moulures.



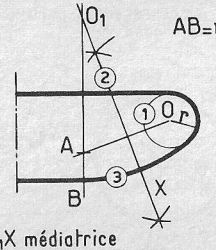
Doucine régulière
Talon régulier.

⑨ Doucine irrégulière.



OX et O_1Y médiatrices de AC et CB, centres O et O_1.

⑩ Tore corrompu



O_1X médiatrice de AO, centres O et O_1.

FRONTONS.

Le tracé est un triangle, de proportions définies (fig. 1, 2, 3). Le plus courant est celui de la figure 1. On prêtera attention à l'emplacement des moulures par rapport au tracé de base.

MOULURES.

Les tracés ci-contre sont simples et s'expliquent d'eux-mêmes.

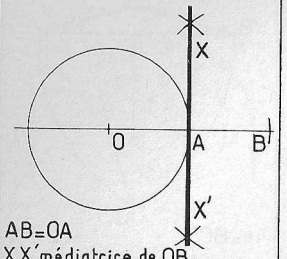
Certaines moulures sont hachurées du côté plein parce que leur appellation dépend du sens de la courbe par rapport à la matière.

Signalons enfin que les moulures peuvent être tracées au pistolet dans un seul but artistique et sans souci de la géométrie.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

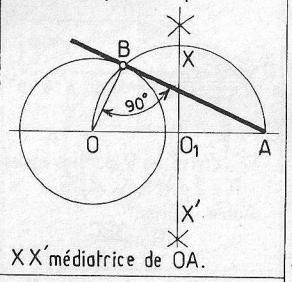
RACCORDEMENTS

① Tangente à la circonférence.



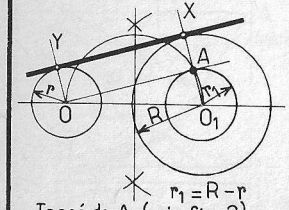
AB=OA
XX' médiatrice de OB

② Tangente à la circonférence passant par A.



XX' médiatrice de OA.

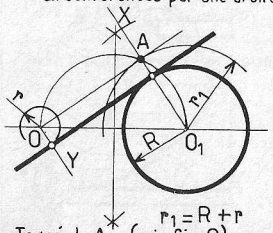
③ Raccordement de deux circonférences par une droite.



$r_1 = R - r$

Tracé de A (voir fig. 2)
OY et O_1X parallèles.

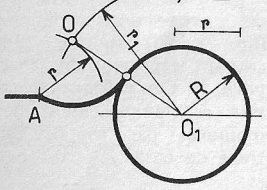
④ Raccordement de deux circonférences par une droite.



$r_1 = R + r$

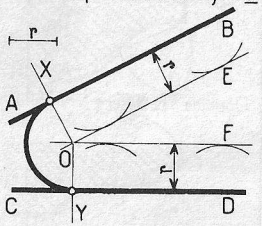
Tracé de A (voir fig. 2)
OY et O_1X parallèles.

⑤ Raccordement d'une circonférence à un point A par un arc de rayon r.



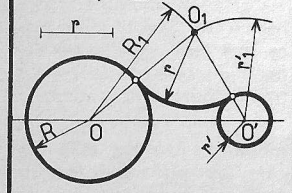
$r_1 = R + r$

⑥ Raccordement de deux droites par un arc de rayon r



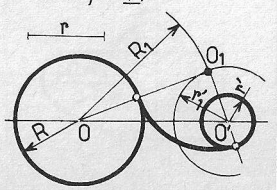
OX perpendiculaire à OE.
OY perpendiculaire à OF.

⑦ Raccordement de deux circonférences par un arc de rayon r.



$R_1 = R + r$
$r'_1 = r' + r$

⑧ Raccordement de deux circonférences par un arc de rayon r.



$R_1 = R + r$
$r'_1 = r - r'$

TANGENTES.

Une ligne est tangente à une courbe lorsque, même prolongée, elle ne la touche qu'en un point.

Tangente à une circonférence.

Elle est perpendiculaire au rayon qui aboutit au point de contact (fig. 1).

Pour la tracer, il suffit d'élever une perpendiculaire (voir DB. 9) au rayon passant par le point de tangence donné.

Tangentes aux courbes quelconques.

On se reportera aux tracés précédents (voir B₁. 12, 13, 14, 15). Les tangentes aux courbes réalisées à l'aide d'arcs de cercles se tracent comme sur la figure 1.

Pour les tangentes aux autres courbes, tracer les perpendiculaires aux normales.

RACCORDEMENTS.

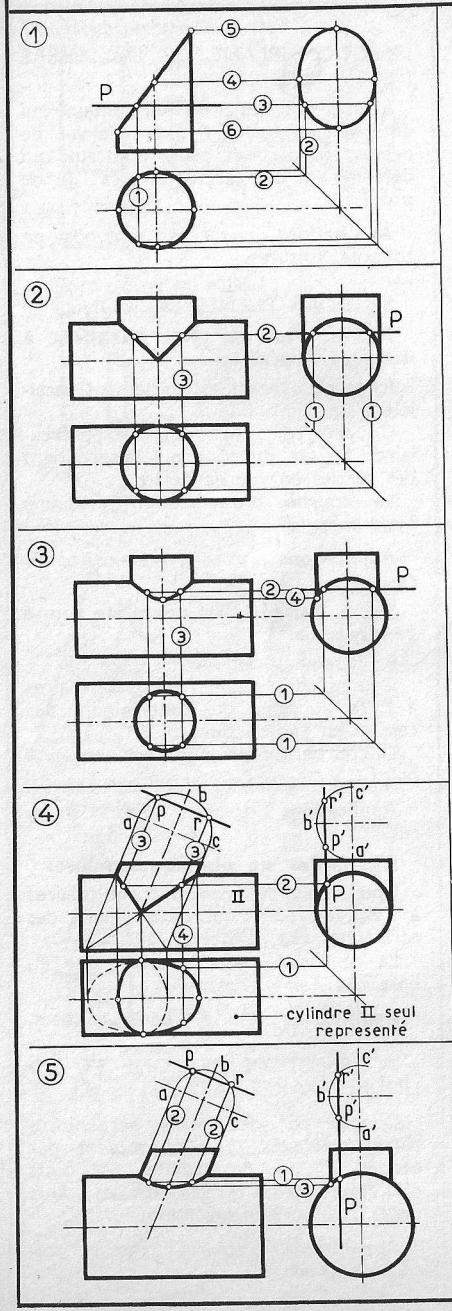
Pour joindre deux courbes (ou une droite et une courbe) par un trait sans brisure, on fait un raccordement.

On trouvera fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 un certain nombre de tracés classiques de raccordements.

On observera que la règle de la perpendiculaire au rayon est utilisée dans tous ces tracés et que deux circonférences tangentes en un point ont même tangente en ce point.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

INTERSECTIONS (1)



SECTION OBLIQUE DU CYLINDRE (fig. 1).

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe du cylindre.

La section est une ellipse; celle-ci se projette en vue de gauche suivant une ellipse.

Applications :
Voûtes, arcs, baies.
Fumisterie, ventilation.
Tuyauteries.

INTERSECTIONS DE 2 CYLINDRES.

Fig. 2. Diamètres égaux et axes perpendiculaires situés dans un même plan.

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe de l'un des cylindres.

L'intersection est représentée en vue de face par deux droites perpendiculaires et, sur les vues de profil et de dessus, par des cercles.

Applications : voûtes, voûte d'arête, arc de cloître, fumisterie, ventilation, tuyauterie.

Fig. 3. Diamètres différents et axes perpendiculaires situés dans un même plan.

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe du petit cylindre.

(Même méthode si les axes ne sont pas concourants.)

Applications : voûtes, ventilation, tuyauteries.

Fig. 4. Diamètres égaux et axes non perpendiculaires situés dans un même plan.

Couper par des plans parallèles aux axes des deux cylindres.

L'intersection est représentée en vue de face par deux droites et en vue de dessus par deux parties d'ellipse.

Applications : voûtes, voûte d'arête, arc de cloître, ventilation, tuyauterie.

Fig. 5. Diamètres inégaux et axes non perpendiculaires situés dans un même plan.

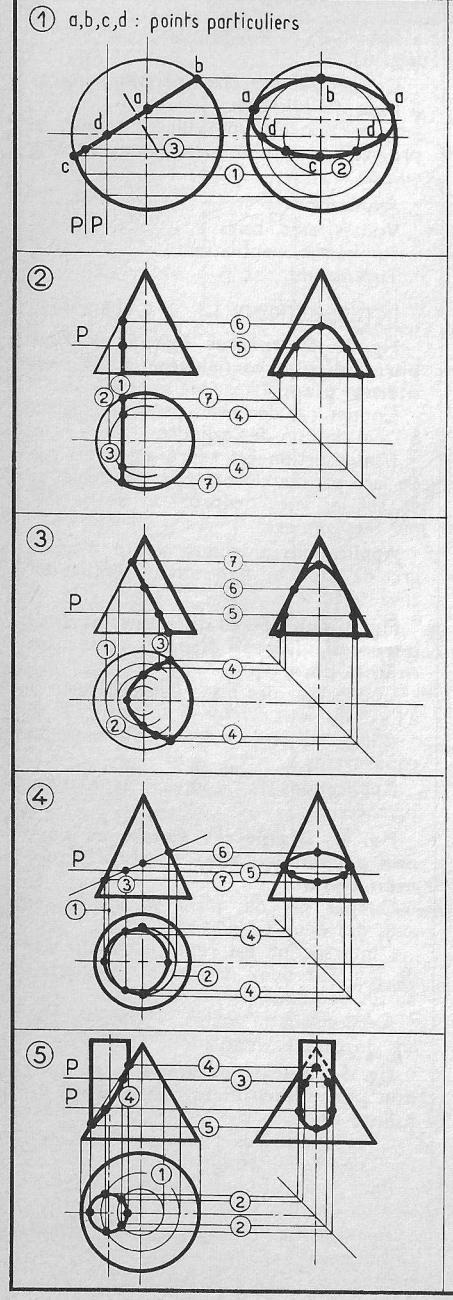
Couper par des plans parallèles aux axes des deux cylindres.

Pour la vue de dessus : même méthode que fig. 4.

Applications : voûtes, ventilation, tuyauterie.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

INTERSECTIONS (2)



SECTION PLANE DE LA SPHÈRE (fig. 1).

Couper par des plans horizontaux qui déterminent des cercles dans la vue de dessus, ou par des plans verticaux qui déterminent des cercles dans la vue de profil.

Applications : niches, plafonds en coupole, toitures.

SECTIONS PLANES DU CÔNE.

Fig. 2. Par un plan parallèle à deux génératrices.

Ici le plan sécant est également parallèle à l'axe du cône.

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe du cône qui déterminent des cercles en vue de dessus.

La courbe d'intersection est une hyperbole.

Applications : tôlerie, trémies, toitures.

Fig. 3. Par un plan parallèle à une génératrice.

Ici le plan sécant coupe l'axe.

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe du cône qui déterminent des cercles en vue de dessus

La courbe d'intersection est une parabole.

Applications : tôlerie, trémies, toitures.

Fig. 4. Par un plan quelconque.

Couper par des plans perpendiculaires à l'axe du cône qui déterminent des cercles en vue de dessus.

La courbe d'intersection est une ellipse.

Applications : tôlerie, trémies, toitures.

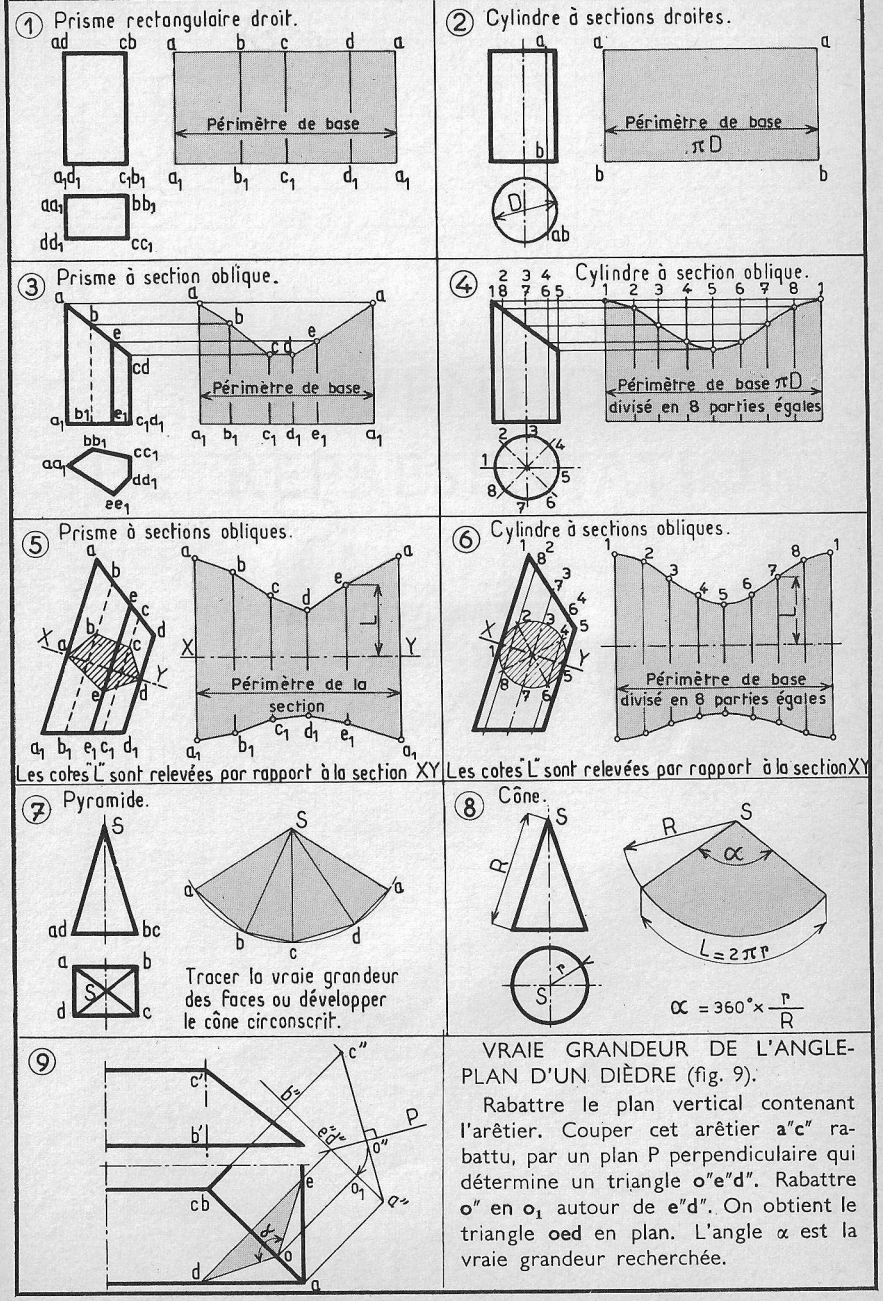
INTERSECTION DE CÔNE ET CYLINDRE A AXES PARALLÈLES (fig. 5).

Couper par des plans perpendiculaires aux axes qui déterminent des cercles en vue de dessus. Les points d'intersection des cercles sont des points de la courbe d'intersection.

Applications : tôlerie, trémies, toitures, souches.

TRACÉS GÉOMÉTRIQUES

DÉVELOPPEMENTS - VRAIE GRANDEUR



VRAIE GRANDEUR DE L'ANGLE-PLAN D'UN DIÈDRE (fig. 9).

Rabattre le plan vertical contenant l'arêtier. Couper cet arêtier **a"c"** rabattu, par un plan P perpendiculaire qui détermine un triangle **o"e"d"**. Rabattre **o"** en **o₁** autour de **e"d"**. On obtient le triangle **oed** en plan. L'angle α est la vraie grandeur recherchée.

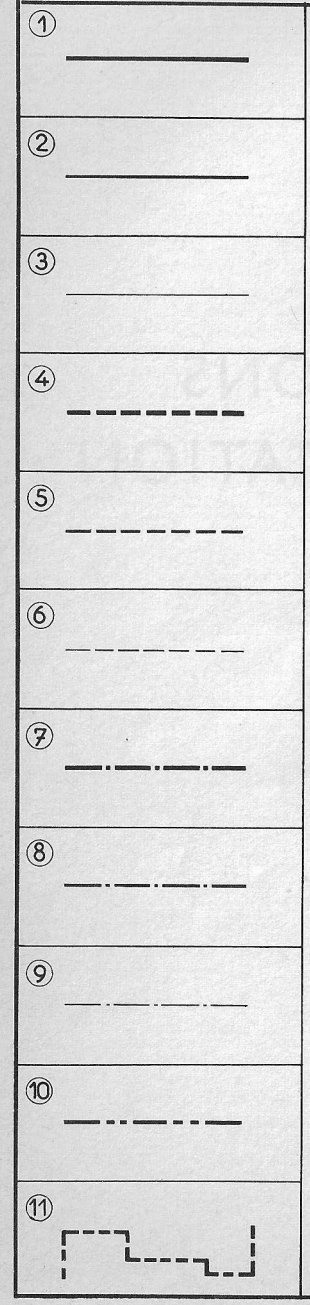
CONVENTIONS DE REPRÉSENTATION

TRAITS ET ÉCRITURES

HACHURES - TEINTES

SYMBOLES D'APPAREILS

B1 21 — CONVENTIONS DE REPRÉSENTATION
TRAITS



(D'après NF. P 02-003.)

Traits continus :

• ***Fort*** (fig. 1). Sections vues, traits de niveau de sol, cadres des dessins et des cartouches, flèches indiquant le sens d'observation ou les accès.

• ***Moyen*** (fig. 2). Arêtes et contours apparents, courbes de niveau principales, seuils, marches, escaliers, menuiserie en coupe dans les dessins d'ensemble, etc.

• ***Fin*** (fig. 3). Constructions géométriques, sections rabattues, contours fictifs, flèches indiquant le sens d'ouverture des portes oú de montée des escaliers, courbes de niveau intermédiaires, lignes de cote et de rappel, tracés de carrelages et dallages, meubles, hachures.

Traits interrompus :

• ***Fort*** (fig. 4). Contours cachés, tuyauteries cachées, représentation des parties à démolir.

• ***Moyen*** (fig. 5). Contours cachés, tuyauteries cachées, représentation des parties à démolir, lignes électriques.

• ***Fin*** (fig. 6). Contours fictifs cachés, certaines hachures.

Traits mixtes :

• ***Fort***(fig. 7). Traces des plans de coupe et de section.

• ***Moyen*** (fig. 8). Axes principaux des plans de symétrie, axes d'éléments de construction, de travées, d'implantation. Axes de mitoyenneté. Tracés des plans de section.

• ***Fin*** (fig. 9). Axes secondaires de toutes natures, brisures.

A 2 points, *moyen* (fig. 10). Tracés des alignements.

GROSSEUR DES TRAITS

Traits forts : aussi forts qu'il est compatible avec l'échelle et la nature du dessin, au mieux de la lisibilité et de l'exécution.

Traits fins : aussi fins qu'il est compatible avec la lisibilité, l'exécution et le moyen de reproduction des dessins.

Traits moyens : compris entre les deux précédents mais nettement différenciés.
A titre indicatif :
Trait moyen = 0,5 trait fort ;
Trait fin = 0,5 trait moyen = 0,25 trait fort.

Remarque. Les traits interrompus doivent toujours se joindre aux changements de direction afin d'éviter la mollesse du dessin (fig. 11). Les traits mixtes doivent toujours se terminer par un tiret.

CONVENTIONS DE REPRÉSENTATION — B1 22
ÉCRITURE

Généralités. D'après NF P 02-004.
• Les titres et indications manuscrites figurant sur les dessins doivent être composés en lettres simples et régulières sans aucune fantaisie.
• La lettre bâton droite ou inclinée majuscule ou minuscule est recommandée.
• L'extrémité des caractères peut être à angle vif ou arrondi.
• Lorsqu'un texte comprend des nombres, des unités ou des grandeurs, ceux-ci seront écrits conformément à la NF X 02-003.

Caractéristiques dimensionnelles.
Le corps d'écriture, ou hauteur de base, est la hauteur des minuscules sans jambages telles que **a, o, m** (cote **c**, fig. 1).

Dimensions (en *mm*)

CORPS D'ÉCRITURE		c	1	(1,25)	1,6	(2)	2,5	(3,2)	4	(5)	6,3	(8)	10
Hauteur des majuscules et des chiffres*		environ 1,6 c	1,6	(2)	2,5	(3,2)	4	(5)	6,3	(8)	10	(12,5)	16
Hauteur des minuscules	sans jambage	c	—	—	1,6	(2)	2,5	(3,2)	4	(5)	6,3	(8)	10
	avec jambage (sauf t)	environ 1,6 c	—	—	2,5	(3,2)	4	(5)	6,3	(8)	10	(12,5)	16
	lettre t	environ 1,4 c	—	—	2,2	(2,8)	3,5	(4,5)	5,6	(7)	9	(11,2)	14
Espacement minimal des lignes** (interligne minimal)		environ 2,5 c	2,5	(3,2)	4	(5)	6,3	(8)	10	(12,5)	16	(20)	25

* Qu'il s'agisse de majuscules du texte, d'écriture tout en majuscules ou de chiffres même compris dans un texte en minuscules.
** Qu'il s'agisse d'écriture tout en majuscules ou d'écriture en minuscules.

Epaisseur des caractères.
Ecriture normale : épaisseur 0,2 c (fig. 2).
Ecriture grasse : épaisseur > 0,2 c admise pour les textes en majuscules.
Ecriture maigre : épaisseur < 0,2 c admise pour tous les textes.

Largeur des caractères.
Elle est variable. Suivant les besoins, on peut avoir une écriture **large** (fig. 3 *a*), **normale** (fig. 3 *b*), **serrée** (fig. 3 *c*).

Espacement des caractères et des mots (fig. 4).
Il est variable et doit assurer une bonne lisibilité suivant l'espace disponible.

Ecriture inclinée.
Elle ne diffère de l'écriture droite que par l'inclinaison des verticales sur l'horizontale, à 75° (fig. 5).

B₁ 23

CONVENTIONS DE REPRÉSENTATION

HACHURES - TEINTES

HACHURES. D'après NF P 02-008.

- N'utiliser les hachures et teintes conventionnelles que dans les sections, afin de différencier entre eux les différents matériaux prévus.
- Ne les employer qu'exceptionnellement sur les élévations et seulement si cela est nécessaire pour une meilleure lisibilité du dessin.
- N'attacher, aux hachures et teintes, aucune signification quant à la nature exacte des matériaux, celle-ci devant être indiquée par écrit sur les plans ou sur les pièces écrites du projet.
- N'employer les teintes que sur les tirages photographiques.

① Agglomérés et béton manufacturés.

② Béton coulé, béton banché, dallages.

③ Béton armé. Si possible représenter les armatures réelles.

④ Béton armé sur les plans à petite échelle.

⑤ Bois. Coupe transversale.

⑥ Bois. Coupe longitudinale.

⑦ Briques en plan. En élévation; on représentera l'appareillage.

⑧ Matières isolantes. En faible épaisseur; poché noir.

⑨ Métaux. En faible épaisseur; poché noir.

⑩ Pierres et autres matériaux naturels (maçonnerie).

⑪ Plâtre. Aucune indication.

⑫ Sable.

⑬ Sol. Les hachures peuvent être faites à main levée.

⑭ Parties à conserver. Uniquement pour les plans d'aménagement.

⑮ Parties à construire. Uniquement pour les plans d'aménagement.

⑯ Parties à démolir. Uniquement pour les plans d'aménagement.

- Toutes les hachures sont exécutées en traits fins, avec le plus d'espacement possible.
- On peut créer si nécessaire d'autres symboles. Le dessin doit alors obligatoirement comporter une légende.

TEINTES CONVENTIONNELLES.

Jaune : parties à démolir.
Rouge : parties à construire.
Clair en élévation, foncé en coupe.

On peut utiliser d'autres teintes : le dessin doit alors comporter une légende.

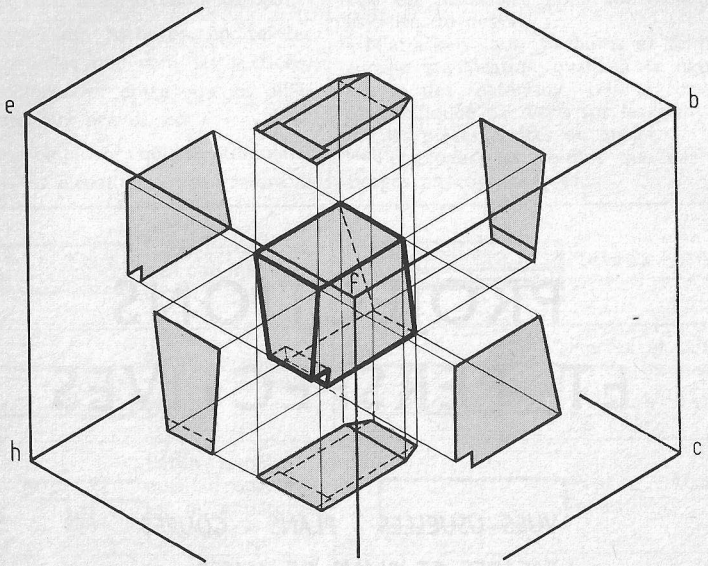
PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

VUES USUELLES - PLANS - COUPES
FAÇADES ET PLANS DE MASSE
PERSPECTIVES

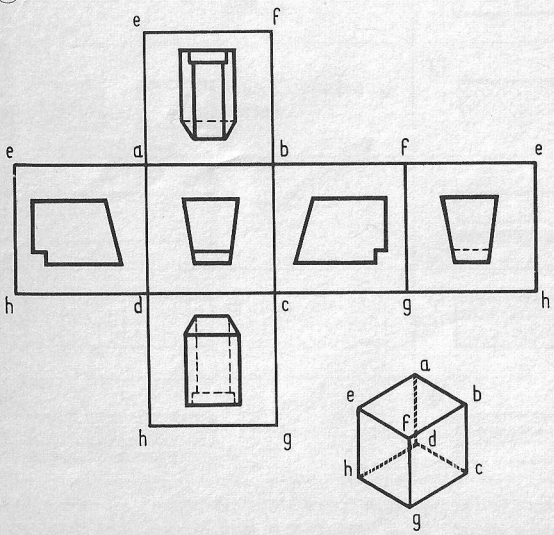
PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

VUES USUELLES

①



②



Les vues sont nommées d'après le sens d'observation par rapport à la vue de face; ainsi vue de gauche signifie que l'observateur est placé à gauche de la face de l'objet.

• Supposer l'objet à représenter placé à l'intérieur d'un parallélépipède rectangle, **ses faces étant, si possible, parallèles aux faces du parallélépipède** (fig. 1).

• **Projeter orthogonalement** l'objet sur chacune des faces du cube située par rapport à l'observateur en arrière de cet objet.

• **Développer le cube** comme le montre la figure 2.

Les vues de l'objet sont disposées dans ce développement comme elles ont été projetées.

• **Ne dessiner que les vues les plus représentatives** de façon à définir l'objet complètement avec un minimum de vue. Ex. : Pour la figure 2, trois vues seraient suffisantes.

PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PLANS (1)

• Les plans de bâtiment sont représentés en supposant l'étage coupé à **1 mètre au-dessus du sol** de l'étage ou à 10 centimètres au-dessus des rejingots dans le cas où les allèges auraient elles-mêmes plus de 1 mètre de hauteur. Ex. : baie des W.C. (fig. 1).

• On coupera les escaliers au milieu de la **septième contremarche.** Si celui-ci n'a qu'une seule volée, les marches situées au-dessus du plan de coupe seront représentées en pointillé (voir DB. 7, fig. 2). Si l'escalier a plusieurs volées superposées, **figurer toujours** sur un plan d'étage **le départ de la volée supérieure,** jusqu'à la septième contremarche et toutes les parties vues de la volée inférieure (fig. 1).

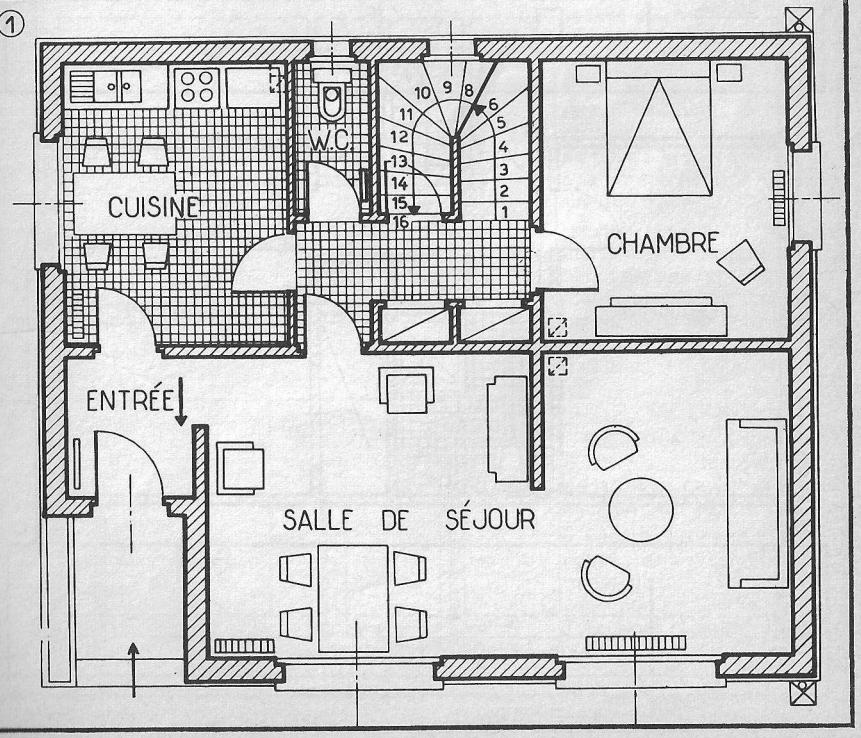
• Dans un étage voûté, situer toujours le plan de coupe **au-dessous de la naissance des voûtes.**

• Les arcs de cercle indiquant l'espace balayé par l'ouverture d'une porte seront **développés** (sauf impossibilité graphique) **à 90°** afin de bien montrer l'espace qui leur est réservé.

• On utilisera les symboles et représentations donnés sur B1. 24 à 28.

Les représentations de mobilier (B1. 27) doivent, si possible, être dessinées à l'échelle réelle des meubles, ce qui permet à l'architecte de se rendre compte si la pièce est viable et s'il a été laissé suffisamment de pans de murs pour recevoir les meubles.

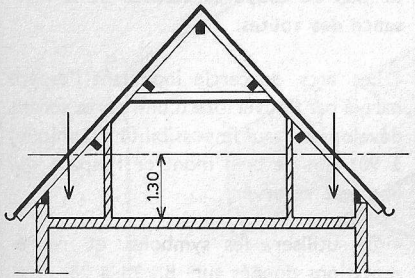
①



PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PLANS (2)

① Section aa du plan (fig. 2)

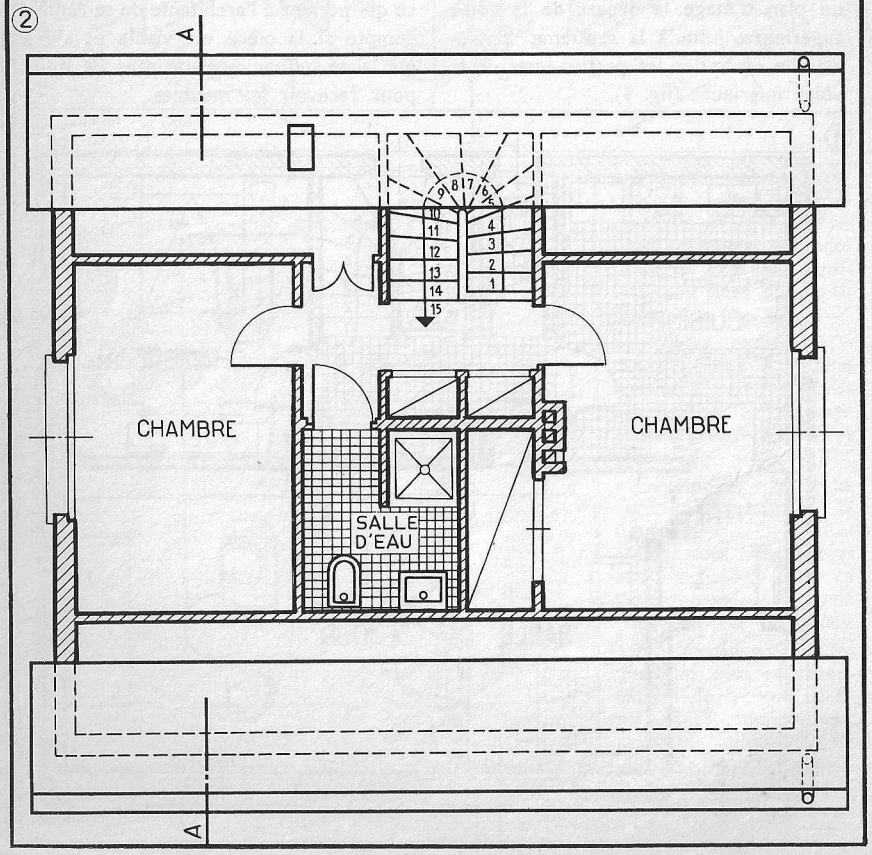


Etage sous comble.

Le plan de coupe sera situé à **1,30 m du sol** de l'étage (fig. 1). On figurera en pointillé la forme de la pièce au ras du sol ainsi que l'épaisseur de la paroi et, éventuellement, la trace du mur de l'étage inférieur afin de situer parfaitement les pièces sous comble dans le plan général (fig. 2).

On ne représentera pas les chevrons coupés et l'on supposera que les versants de toiture sont sectionnés verticalement (flèches, fig. 1). De ce fait les versants de toiture situés sous le plan de coupe sont vus comme l'indique la figure 2.

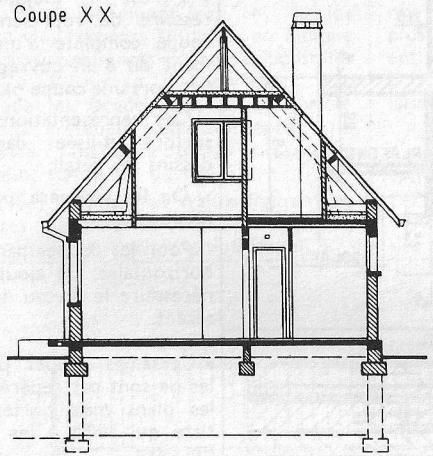
②



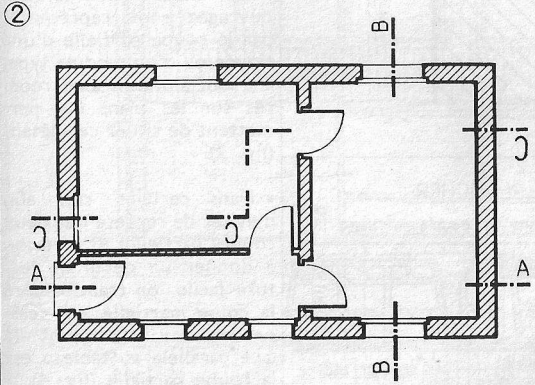
PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

COUPES - SECTIONS

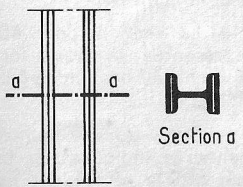
①



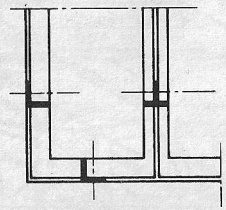
②



③



④



COUPES

Définition : d'après NF E. 04.102 : Représentation de la section et de la portion de l'objet située en arrière du plan sécant (fig. 1).

- Situer chaque plan de coupe par sa trace.
- Repérer chaque coupe au moyen d'une même lettre majuscule répétée aux extrémités du trait de coupe et, si nécessaire, à chaque changement de direction de ce trait (fig. 2).
- Désigner chaque coupe par ses lettres : « coupe AA », ou simplement « coupe A ».

Le sens d'une coupe est indiqué par le sens de lecture des lettres.

- La section doit être représentée en trait fort et pochée ou hachurée (fig. 1) ou, si nécessaire, teintée (voir B₁. 23).
- En cas de besoin, représenter sur une coupe, en trait interrompu, certaines parties cachées si elles aident à la compréhension du dessin (fig. 1).
- Eviter de couper les éléments dont la coupe ne donnerait pas une représentation plus lisible : fermes, conduits, parois dans le sens de la longueur, quartier tournant d'escalier, etc. (fig. 1).

SECTIONS

Définition : d'après NF E. 04.102 : Représentation de la partie de l'objet située dans un plan sécant.

- Repérer comme pour la coupe, mais avec des lettres minuscules.

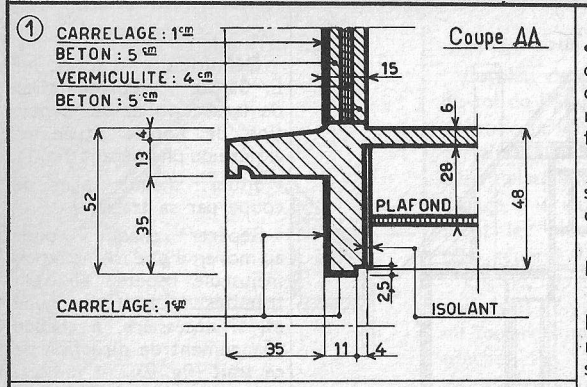
Section sortie (fig. 3).
Sections rabattues (fig. 4).

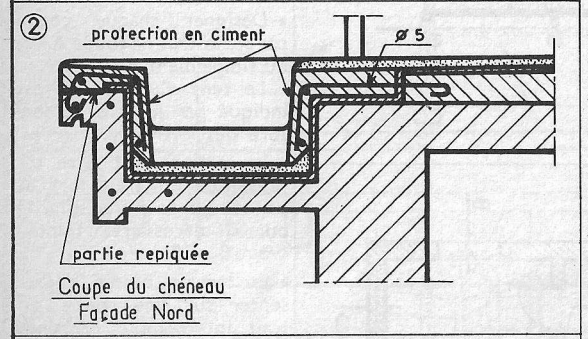
Nota. Les flèches peuvent être utilisées pour indiquer le sens d'observation. Si les sections rabattues sont importantes : contours en traits fins et hachures.

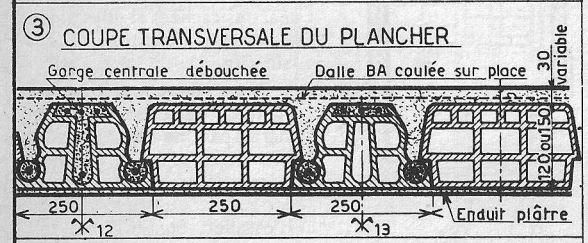
B_1 33

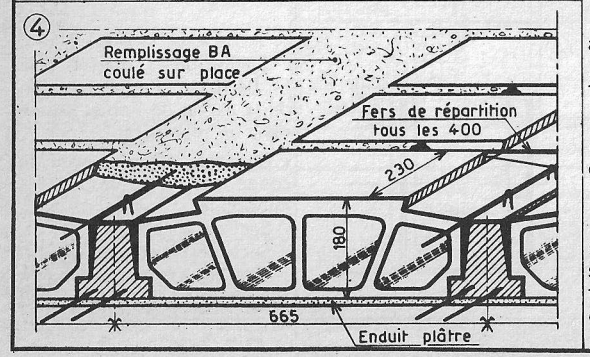
PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

COUPES PARTIELLES









• Il n'est pas toujours nécessaire de représenter la coupe complète d'un bâtiment ou d'un ouvrage. On fait alors une **coupe partielle.**

Ces représentations sont surtout utilisées dans les dessins de détail.

On les repérera par des lettres (fig. 1).

Pour les coupes partielles horizontales, on ajoutera si nécessaire le niveau du plan sécant.

• Certaines coupes partielles ne sont pas repérées sur les plans mais portent un titre qui suffit à les situer (fig. 2).

• Les détails de certains ouvrages sont représentés par la coupe partielle d'une travée ou d'un module type. **Ce sont alors les axes** repérés sur les plans qui permettent de situer ces détails (fig. 3).

• Dans certains cas, afin d'éviter de représenter deux coupes partielles et de façon à donner un détail de lecture facile, **on transformera la coupe partielle en perspective cavalière** dont la face parallèle au tableau est la coupe partielle (fig. 4).

— Les parties vues en arrière du plan sécant sont généralement représentées très simplifiées.

— La section doit être représentée en traits forts et hachurée ou teintée (voir B_1. 23).

— Des textes complémentaires indiquent, si besoin est, la nature des matériaux ou donnent des précisions de fabrication.

PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

B_1 34

FAÇADES

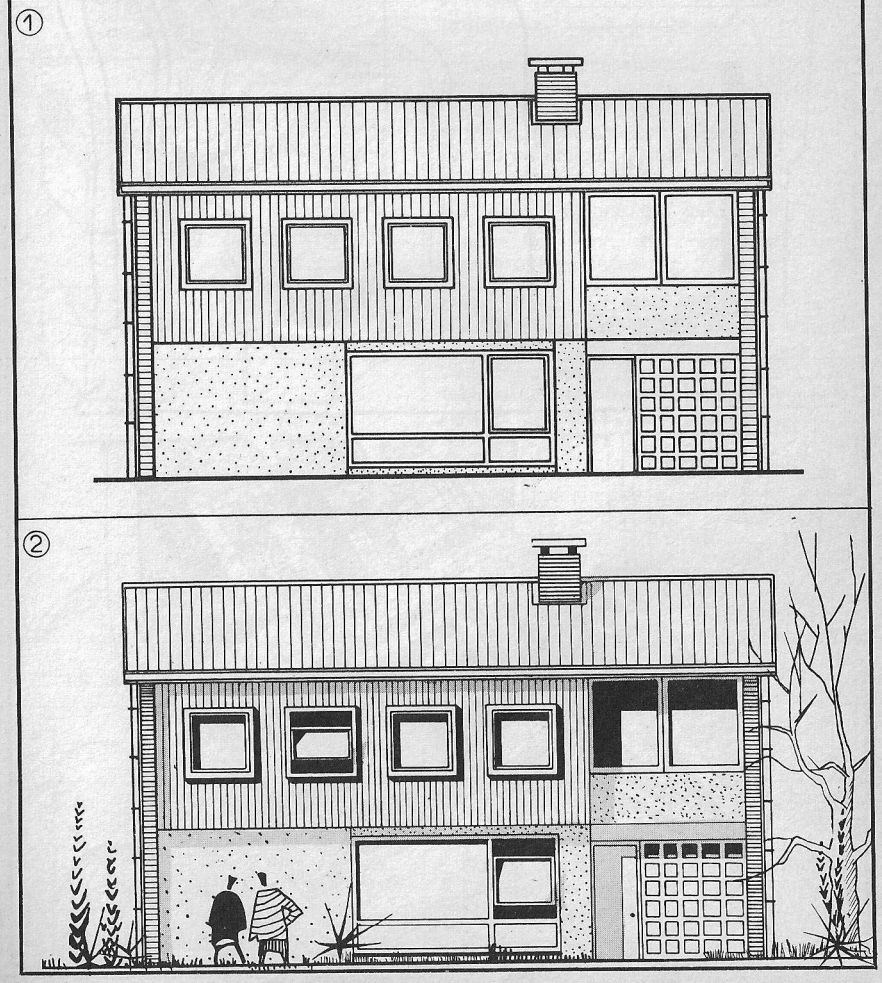
Ce sont les vues en élévation des faces extérieures d'un bâtiment. On ne figure qu'exceptionnellement sur ces dessins les parties cachées. Toutefois on indique parfois sur celles-ci, et par des pointillés limités, le niveau des planchers. On désigne les façades d'après leur orientation; si elles sont intérieures, on porte en plus la mention « sur cour ».

Deux sortes de dessins :

1° **Les dessins « au trait »** figurant les limites et les natures de matériaux (fig. 1) (éventuellement grisés, pointillés, etc.).

2° **Les dessins au trait et « rendus ».** On y trouve les mêmes représentations que dans les dessins « au trait ». De plus ils sont ombrés (ombres à 45°) et entourés de personnages ou végétation dont la représentation schématique est laissée à l'initiative du dessinateur.

Les éléments représentés, en plus de l'architecture, n'ont pas qu'un but décoratif. Ils donnent une idée visuelle de l'échelle des constructions et doivent donc, eux-mêmes, être dessinés à l'échelle des façades.



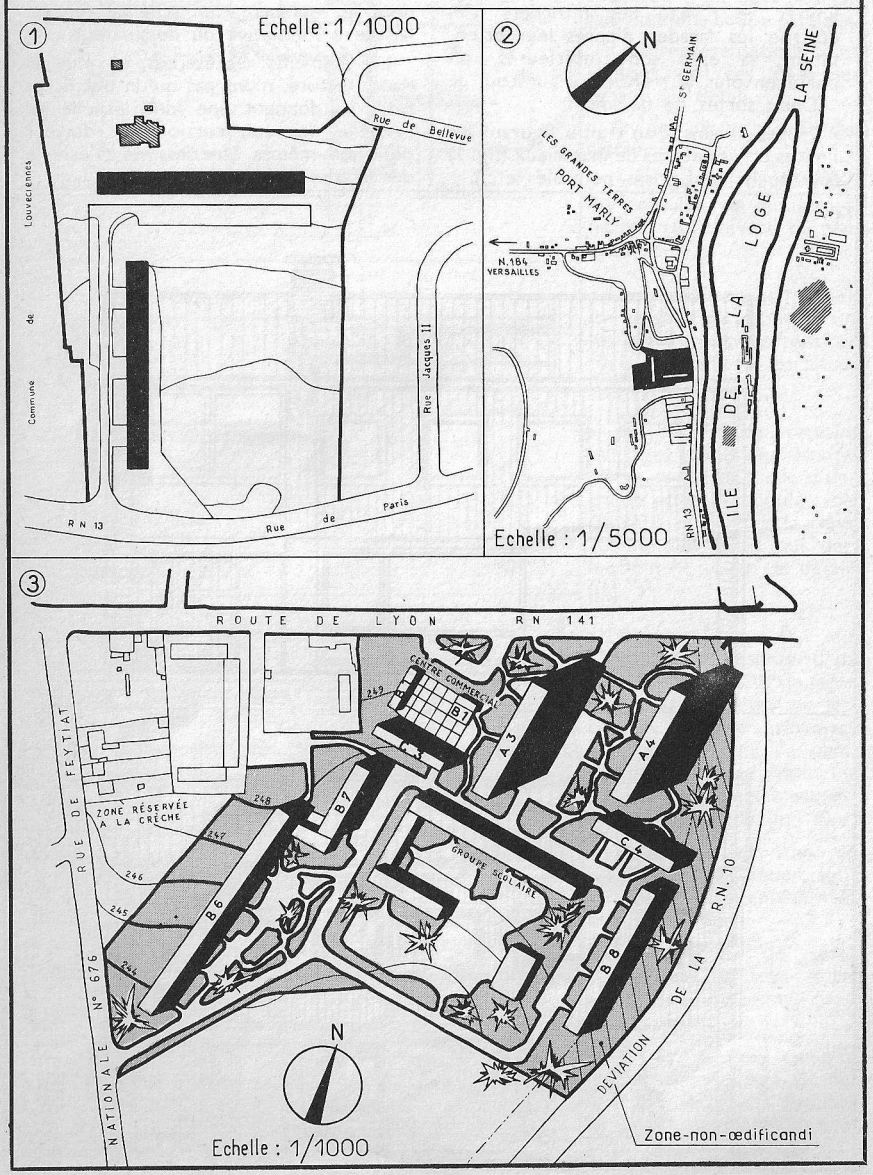
B_1 35

PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PLANS DE MASSE ET DE SITUATION

OBJET ET ÉCHELLE DE CES PLANS (voir B_1. 4 et 8).

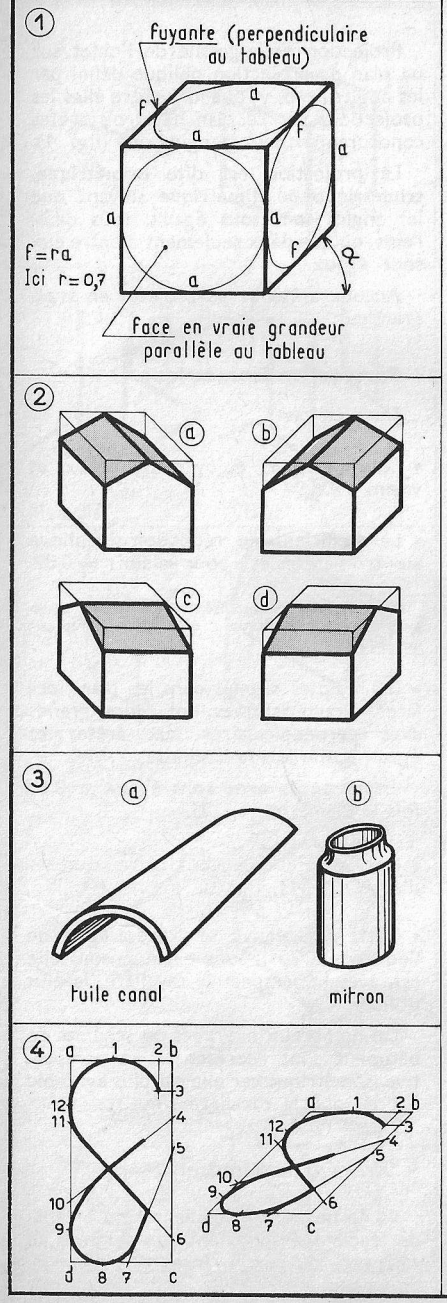
Le **plan de masse** (fig. 1) et le **plan de situation** (fig. 2) se rapportent à la même construction. La figure 3 montre un type de représentation très utilisée dans laquelle des ombres projetées au sol donnent une idée des volumes.



PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PERSPECTIVE CAVALIÈRE

B_1 36



Projection oblique de la pièce, ou de l'ensemble, dont une face est parallèle au tableau.

But : donner d'un objet une représentation complémentaire permettant de mieux se rendre compte, à première vue, de l'aspect général de cet objet.

On choisira toujours la projection la plus simple compatible avec le résultat recherché.

• Toute face parallèle au tableau se projette en vraie grandeur.

• Toute arête perpendiculaire au tableau ou fuyante est inclinée par rapport à l'horizontale du tableau suivant un angle α (généralement 45°) et subit un raccourcissement calculé à l'aide d'un coefficient réducteur r.

r = 0,5 donne des calculs simples;

r = 0,7 donne des représentations bien proportionnées (fig. 1).

• La pièce peut être orientée suivant six directions et les fuyantes suivant quatre directions. On choisira la face la plus compliquée, qui sera parallèle au tableau, et les fuyantes seront représentées au mieux de la compréhension du dessin (fig. 2).

On constate que les vues (fig. 2, *a* et *b*) sont plus simples à représenter que les vues (fig. 2, *c* et *d*).

Particularités :

— Pour certaines représentations, le sens de pose ou le sens de vue logique commandent le sens de représentation (fig. 3, a et b).

— Pour toutes les faces autres que celles contenues dans le tableau, des tracés particuliers sont nécessaires.

Exemples :

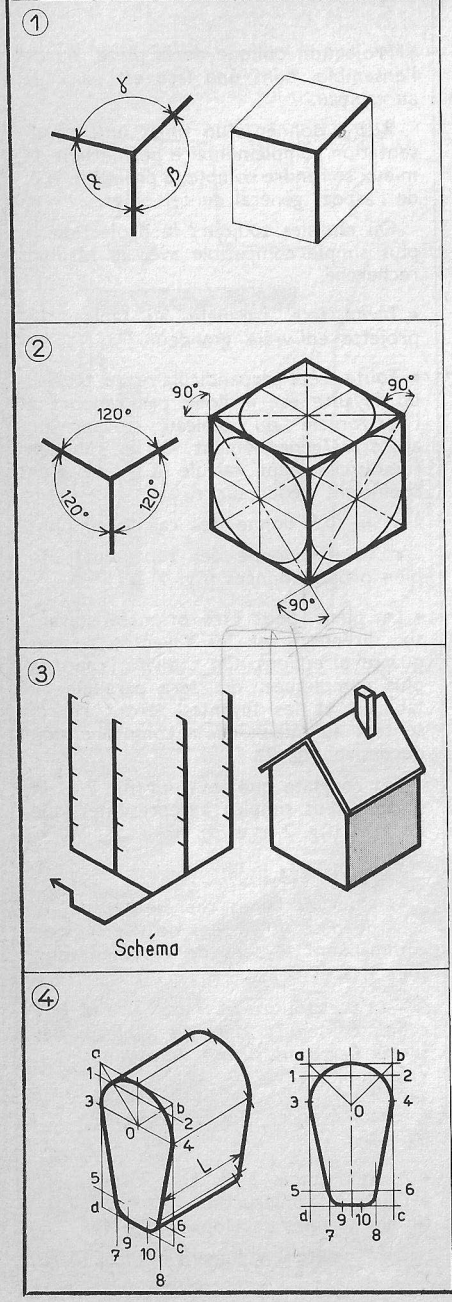
• Circonférences (fig. 3) (Voir B_1. 12, fig. 3).

• Autres tracés : ils sont déterminés à l'aide de constructions tracées à partir des surfaces enveloppes (fig. 4).

On consultera utilement NF E. 04.108.

PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PERSPECTIVE AXONOMÉTRIQUE (1)



Projection orthogonale de l'objet sur un plan de projection oblique défini par les angles (α, β, γ) que font entre elles les projections sur ce plan des trois arêtes concourantes trirectangulaires (fig. 1).

La projection est dite **isométrique, trimétrique** ou **dimétrique** suivant que les angles sont tous égaux, tous différents, ou que deux seulement d'entre eux sont égaux.

Aucune arête ne se projette en vraie grandeur.

Perspective isométrique.

Dans ce cas :

- Les angles α, β, γ sont égaux et valent 120°.
- Le coefficient de réduction s'applique aux trois arêtes et a pour valeur r = 0,82.

Pour plus de commodité, lorsqu'il n'est question que de présentation, on utilise un rapport de réduction égal à 1.

- Les ellipses situées dans les plans des faces caractéristiques ont leurs grands axes perpendiculaires aux arêtes et égaux à une fois le diamètre.

Leurs petits axes sont égaux à 0,58 fois le diamètre (fig. 2).

- Ces ellipses peuvent être tracées d'après (B_1. 12, fig. 3).
- Cette perspective se trace à l'aide de l'équerre à 30°; pour cette raison, elle est, avec la perspective cavalière, la plus utilisée.

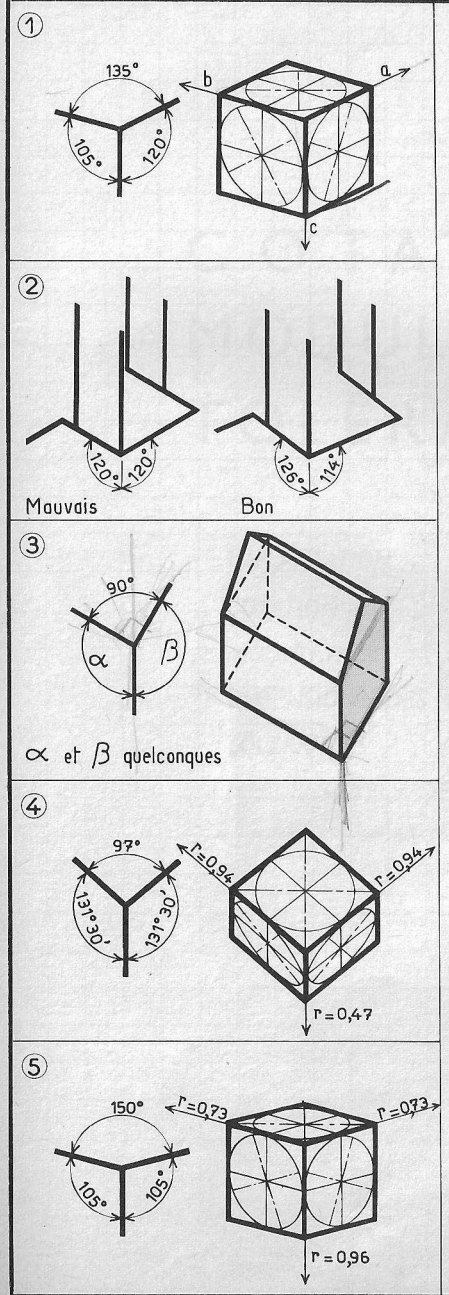
De nombreux ouvrages ou schémas de bâtiment sont représentés en perspective isométrique car elle est plus agréable à l'œil que la cavalière (fig. 3).

Tracés particuliers.

Ils ne peuvent être réalisés qu'à l'aide de tracés se rapportant aux surfaces de référence ou aux fuyantes (fig. 4).

PROJECTIONS ET PERSPECTIVES

PERSPECTIVE AXONOMÉTRIQUE (2)



Perspective trimétrique.

- Les angles que font entre elles les projections des trois arêtes trirectangulaires sont tous différents. On utilise couramment les angles suivants : 105°, 120° et 135° (fig. 1).
- Les coefficients de réduction sont différents selon les arêtes et ont pour valeur :

direction a → r = 0,65.
direction b → r = 0,86.
direction c → r = 0,92.

- Les ellipses situées dans les plans des faces caractéristiques seront tracées d'après (D_B. 12, fig. 3).
- Cette perspective est surtout intéressante pour les schémas, car elle permet d'adopter des angles qui évitent, en général, la superposition des verticales (fig. 2).

Elle permet également de réaliser à partir d'un plan, une perspective rapide dans laquelle les angles α et β sont quelconques et γ = 90°. Dans ce genre de représentation, toutes les arêtes se projettent en vraie grandeur (fig. 3). Cette méthode est également intéressante pour les schémas d'équipement du bâtiment. Elle permet de tracer, à partir des plans, et de mesurer les longueurs sur la perspective puisqu'il n'y a pas de coefficient de réduction.

Tracés particuliers.

Ils ne peuvent être réalisés qu'à l'aide de tracés se rapportant aux surfaces de référence ou aux fuyantes (voir B_1. 37 fig. 4).

Perspective dimétrique :

Deux des angles sont égaux.

Rarement utilisée, on lui préférera l'isométrique qui a les mêmes caractéristiques et qui est plus facile à représenter.

— **Dimétrique usuelle :** pour représentation des pièces ayant une face prépondérante (fig. 4).

— **Dimétrique redressée :** pour représentation des pièces allongées (fig. 5).

COTATION
MODULATION
TOLÉRANCES

IMPLANTATION

COTATION

MODULATION

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS

TOLÉRANCES

MESURES-TYPES DE L'HOMME

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

IMPLANTATION DU GROS-ŒUVRE

• En application du principe de modulation NF P. 01.001, toutes les cotes d'une construction doivent être des multiples de 10 *cm*, 5 *cm*, ou 2,5 *cm* (on se reportera au chapitre modulation (B_1. 45).

• Les dimensions principales des constructions sont déterminées par trois groupes de cotes.

1° ***Les cotes fondamentales :*** Implantation du gros œuvre et niveaux des étages.

2° ***Les cotes d'épaisseurs des parties du gros œuvre :*** Epaisseurs des murs, des poteaux et des planchers.

3° ***Les cotes résultantes :*** Dimensions hors œuvre et dans œuvre et hauteur sous plafond; elles résultent, par addition ou soustraction, des cotes précédentes.

Implantation du gros œuvre.

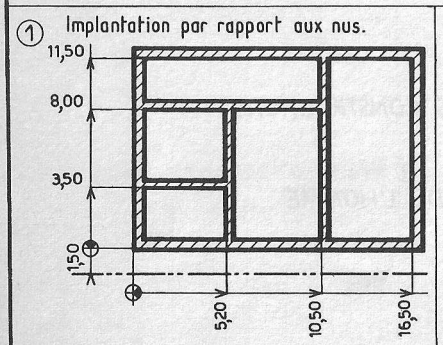
Les cotes d'implantation doivent être maintenues identiques à tous les étages. Elles sont exprimées en cotes cumulées à partir d'une origine commune prise suivant le cas :

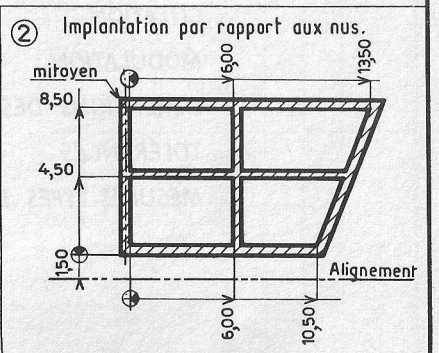
— a) Sur le nu fini de la façade principale (au rez-de-chaussée).

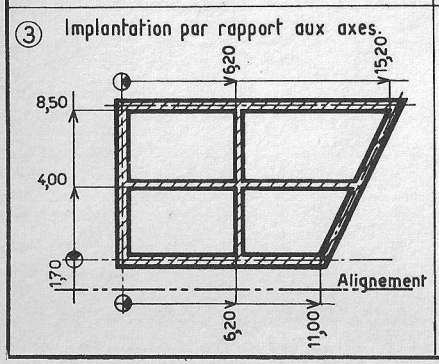
— b) Sur le nu fini d'un mitoyen construit ou à construire.

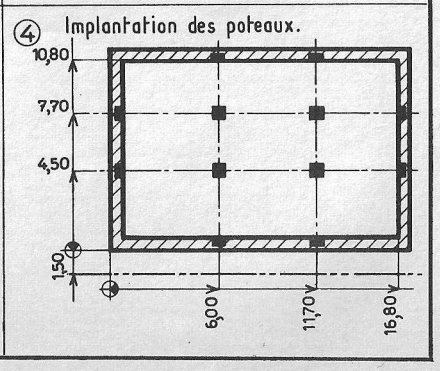
Cas particulier : Si le mur présente des retraits dans sa hauteur, attacher les cotes sur la face fixe ou sur l'axe du mur. Pour les poteaux, attacher les cotes d'implantation sur les axes.

Nota. Les origines d'implantation sont indiquées par un cercle.



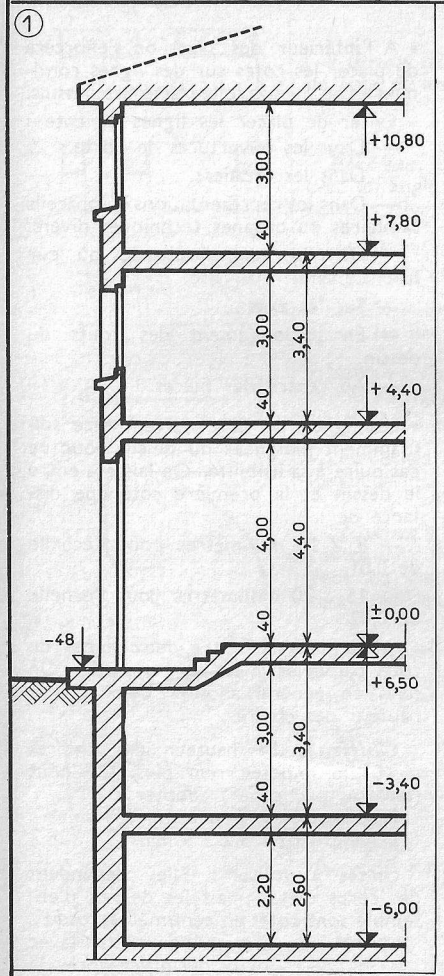


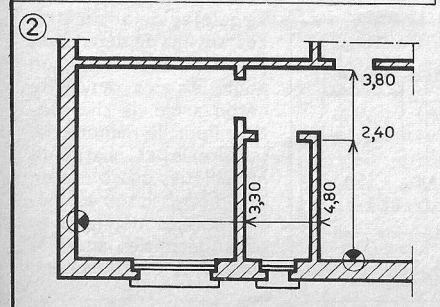




COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

IMPLANTATION DES PLANCHERS ET CLOISONS





Niveaux des étages (fig. 1). Implantation.

• Ils sont exprimés en cotes cumulées à partir d'une origine commune prise, sauf spécification contraire, sur la face supérieure du plancher fini de la partie principale du rez-de-chaussée.

• L'origine est elle-même rattachée au nivellement général de la France ou, à défaut, à un point existant, facile à repérer et immuable.

• Les attaches des cotes seront prises sur les nus finis des planchers. Au dernier étage, la cote sera rattachée à la sous-face finie du plafond.

• Ces cotes seront inscrites à droite d'une flèche équilatérale, assez large, noire et blanche.

Hauteur d'étage :

C'est la distance verticale de plancher à plancher. Elle a pour symbole la lettre « E ».

Hauteur sous plafond :

C'est la distance verticale de plancher à plafond. Elle a pour symbole les lettres « HP ».

Epaisseur nominale du plancher :

C'est la distance verticale de la face finie du sol à la face finie du plafond. Elle a pour symbole la lettre « e ».

Cloisons. Implantation.

• A l'intérieur de chaque maille d'implantation du gros œuvre, on donnera les cotes d'implantation des cloisons en cotes cumulées, comme pour le gros œuvre.

• Les origines seront prises sur les faces intérieures des murs ou sur les axes des poteaux (fig. 2; voir également B_1. 44).

Nota. Généralement les cloisons sont cotées par cotes résultantes.

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

COTATION (1)

D'après NF P 02-005, règles CM 1956, et les méthodes utilisées couramment dans l'industrie.

• Les dessins, en particulier ceux servant à l'exécution, doivent comporter les lignes de cotes extérieures ci-dessous (fig. 1).

1re ligne : **Cotes des trumeaux et des baies.**

2e ligne : **Cotes d'axe en axe des baies.**

3e ligne : **Cotes d'implantation des murs.**

4e ligne : **Cotes d'ensemble des parties principales.**

5e ligne : **Cotes générales.**

• On inscrira chaque cote une seule fois et à l'emplacement qui représente le plus clairement la partie cotée.

• Les lignes de cote sont parallèles : la première est celle située le plus près du dessin. Si elles ne sont pas toutes nécessaires, on respectera quand même l'ordre ci-dessus.

• On inscrira sans omission toutes les cotes utiles et l'on ajoutera les compléments nécessaires de façon que l'on puisse vérifier que les totaux de chaque ligne sont les mêmes (fig. 1).

• Chaque pièce principale sera cotée dans ses deux dimensions. Eviter les indications telles que 5,00 × 3,00 ou 7 × 5 (voir B₁. 44).

• A l'intérieur des plans on s'efforcera de placer les cotes sur des lignes continues et au mieux de la clarté des dessins.

Eviter de placer les lignes de cote :

— Dans les ouvertures de porte.

— Dans les escaliers.

— Dans les représentations d'appareils sanitaires ou organes techniques divers.

— Dans les zones hachurées où leur lisibilité serait mauvaise.

— Sur les axes.

— En prolongement des traits du dessin.

— Au centre des pièces.

• Les lignes de cote doivent être suffisamment éloignées du dessin pour ne pas nuire à sa lisibilité. On laissera entre le dessin et la première cote une distance de :

— 8 à 10 millimètres pour l'échelle de 0,01.

— 15 à 20 millimètres pour l'échelle de 0,02.

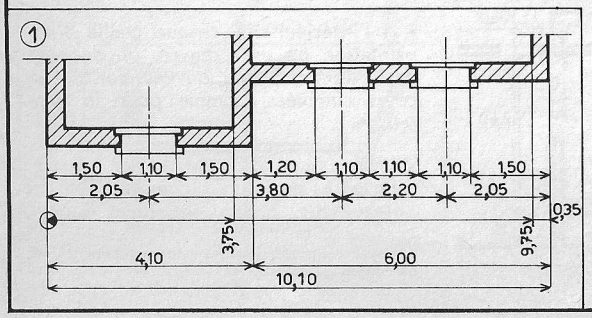
— La distance entre deux lignes de cote parallèles n'est pas imposée. On peut en général adopter deux fois la hauteur des chiffres.

Chiffres. La hauteur des chiffres n'est pas imposée non plus. On peut (sauf cas particulier) adopter :

Echelle 0,01 : 2 *mm* ou 2,5 *mm*.

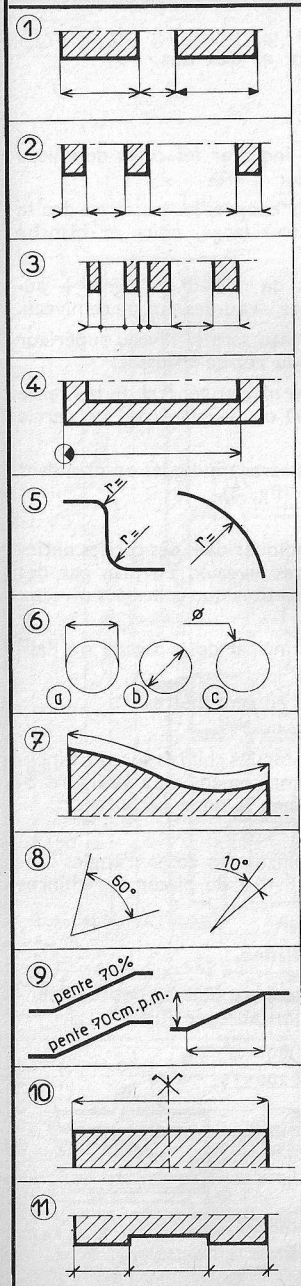
Echelle 0,02 : 3,2 à 5 *mm*.

Unités à utiliser : Elles dépendent des corps d'état, mais les dessins d'ensemble sont cotés en centimètres jusqu'à 1 *m*, puis en mètres (avec deux décimales après la virgule) au-delà du mètre. Les dessins de détail sont cotés de la même façon pour le gros œuvre, le béton armé, la charpente... Pour la menuiserie, serrurerie et charpente métallique, on cotera en millimètres jusqu'au mètre, puis en mètres (avec trois décimales après la virgule) au-delà du mètre.



COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

COTATION (2)



Lignes de cote et de rappel. Tracer les lignes de cote et les lignes de rappel en traits continus fins (fig. 1).

Flèches. Dessiner les pointes des flèches très nettes avec un angle de 45° environ. Ces flèches peuvent être noircies (fig. 1).

• Les flèches peuvent être rejetées à l'extérieur de la ligne de rappel (fig. 2).

• Si les éléments à coter sont très courts on peut remplacer les flèches par des points (fig. 3).

• Marquer l'origine des cotes d'implantation par un cercle et figurer dans ce cercle une flèche (90°) noircie (fig. 4).

• Les flèches auront, sauf cas particulier, 2 à 3 *mm* de longueur.

Rayons : Ils sont indiqués par une seule flèche située contre l'arc de cercle et dirigée vers le centre qu'elle peut ne pas atteindre ou dépasser (fig. 5). La cote sera précédée de la lettre « r ».

Diamètres : Ils sont cotés suivant les exemples de la figure 6. Eviter le procédé (a), adopter le procédé (b) pour les grands cercles et le procédé (c) pour les petits (fig. 6).

Courbes : Leur longueur est cotée par une ligne qui suit parallèlement le tracé de la courbe (fig. 7).

Angles : Les coter en degrés ou en grades sur un arc de cercle, formant ligne de cote, dont le centre est situé au sommet de l'angle (fig. 8).

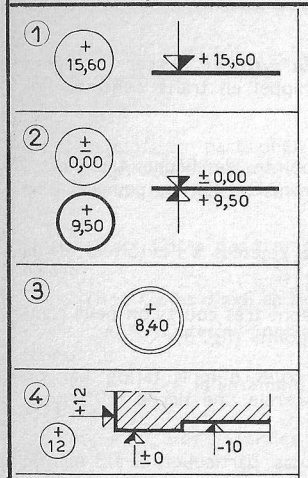
Pentes : Cotées par un pourcentage, ou en centimètres par mètre par rapport au plan horizontal, ou par les cotes de hauteur et longueur de la pente projetée sur des plans de référence qui sont le plan vertical et le plan horizontal (fig. 9).

Axes : Les axes sont fréquemment cotés et pour les mettre en évidence on porte sur ceux-ci un signe formé de deux droites obliques croisées terminées par un crochet. Ce signe se situe en dehors de la ligne de cote et du dessin (fig. 10).

Remarque. On peut dans certains cas remplacer les flèches de cote par un petit trait oblique (fig. 11) incliné à 45°. Ceci est couramment utilisé dans les dessins rapides et les relevés.

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

COTATION (3)



Indications des niveaux et des nus.

Niveaux.

Pour les dessins en plan indiquer les cotes de niveau dans un cercle.

Pour les élévations et les coupes, les inscrire à droite d'une flèche équilatérale assez large, noire et blanche (fig. 1).

Affecter toutes les cotes de niveau du signe + au-dessus du niveau 0 et du signe — au-dessous de ce niveau.

L'origine des cotes de niveau sera le niveau supérieur fini de la partie principale du rez-de-chaussée.

Ce niveau sera rattaché au niveau général de la France inscrit sous le niveau ± 0,00 **ou en** plan dans un cercle gras (fig. 2).

Les niveaux des sols bruts seront indiqués en plan dans des doubles circonférences (fig. 3).

Nus. En élévation, les indiquer dans des cercles nettement plus petits que ceux des niveaux. En plan par des flèches identiques mais plus petites que celles des niveaux (fig. 4).

Le nu zéro sera le nu principal de la façade ou l'alignement.

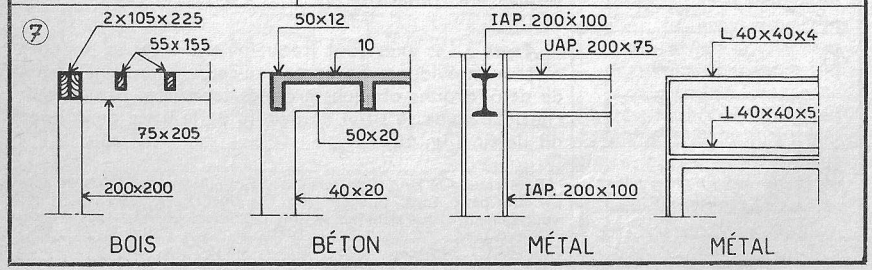
Exprimer les cotes de nus en centimètres.

Cotes inclinées. Orienter les chiffres suivant l'inclinaison des lignes de cote conformément à la figure 5. Eviter de placer des cotes dans la zone hachurée.

Angles. Orienter les chiffres des cotes d'angles conformément à la figure 6. Eviter de placer des chiffres sur les traits d'axe.

Manière de coter simplifiée.

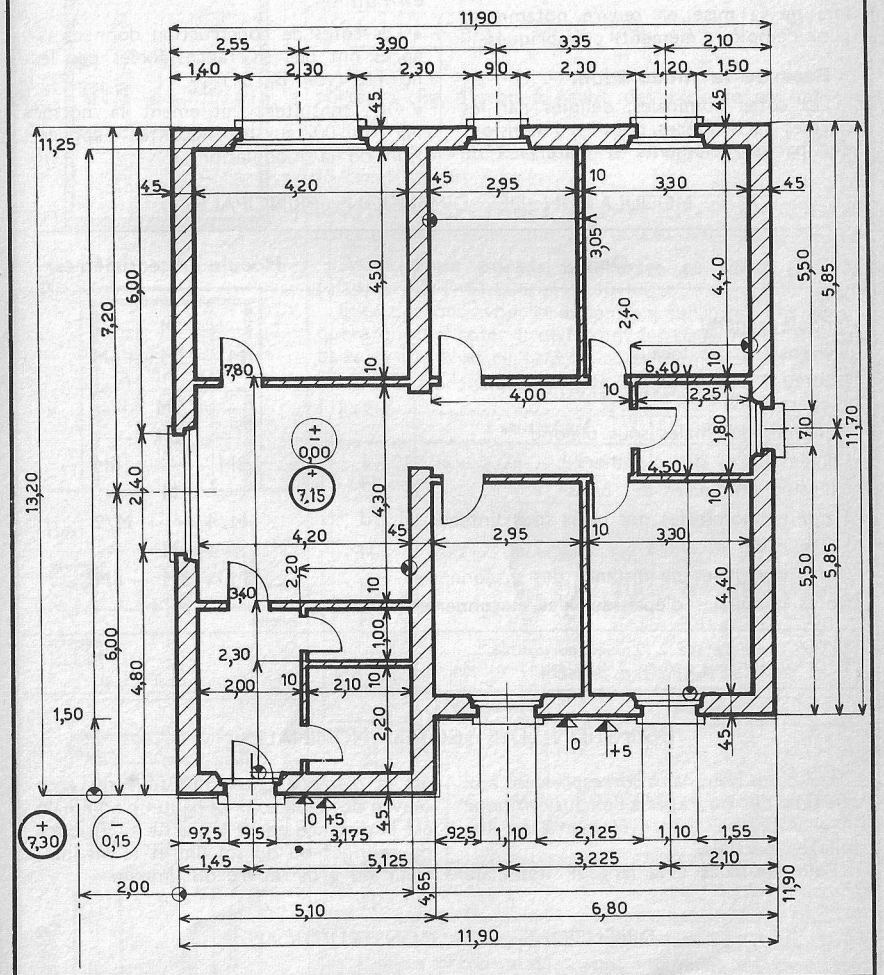
Lorsque les éléments à coter sont de trop petite dimension, on utilisera une cotation abrégée (fig. 7).



COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

EXEMPLE DE COTATION

COTATION D'UN PLAN. D'après NF P 01-007 et P 02-005 (voir DB 39 à 43).



• Les cotes d'implantation des cloisons sont rarement utilisées dans l'industrie sauf en des cas particuliers.

• Les portes intérieures peuvent être cotées mais il serait préférable de le faire sur un plan à plus grande échelle.

Nota. Le nombre de lignes de cotes extérieures au plan, sur chaque face n'est pas toujours « cinq », mais peut varier suivant les altérations de la construction.

Les cotes d'implantation ne sont généralement indiquées que sur deux côtés du plan dans deux directions orthogonales.

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

MODULATION

D'après NF P 01-001 et 01-101.

• La modulation a pour but d'assurer :

1° **La cohérence** dans la normalisation dimensionnelle du bâtiment.

2° **La coordination** des corps d'état lors de la mise en œuvre notamment pour l'emploi d'éléments préfabriqués.

Base de la modulation.

Les cotes nominales, définies par les normes particulières, pour les dimensions des parties, éléments et matériaux de construction doivent être des multiples du module **10 centimètres** appelé " module de base M ".

Les multiples 2 M, 3 M et 6 M sont dits « multimodules » ; M/2 et M/4 peuvent être utilisés.

• Les cotes de construction données ci-après ont des tolérances fixées par les normes (voir B₁. 51)

• On consultera utilement la norme NF P 01-007 sur les modalités d'application de la modulation.

MODULATION DES DIMENSIONS PRINCIPALES

Objet	Module en centimètres
Module général	M
Dimensions des locaux	M — 3M — 6M
Hauteurs nominales des étages de planchers à planchers finis *	2M
Hauteurs nominales sous plafond **	2M
Portées libres des planchers	3M — 6M
Largeurs nominales des baies	M
Hauteurs nominales des baies sous linteau	M/4 — M/2
Largeur des escaliers	M
Cotes nominales de distance des maçonneries	M — 3M — 6M
Cotes nominales d'épaisseur des maçonneries	M/4

* La hauteur d'étage, 2,70 m, est normalisée.
** La hauteur sous plafond, 2,50 m, est normalisée.

DÉFINITION DES COTES NOMINALES.

Les cotes nominales correspondent aux nus finis des ouvrages à l'exclusion, pour le gros œuvre, des revêtements ou habillages partiels.

Pour les baies : la largeur nominale est la distance entre nus finis du gros œuvre des tableaux. La hauteur nominale est la distance entre la partie supérieure du rejingot ou du sol fini et le nu inférieur du gros œuvre du linteau.

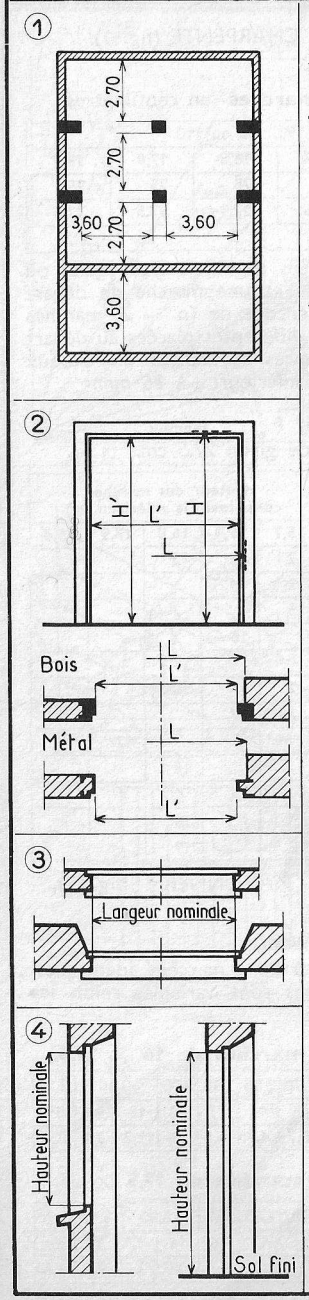
DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS.

Il est toujours possible d'appliquer les principes de modulation énoncés ci-dessus, mais on s'efforcera d'adopter les cotes préférentielles recommandées par la normalisation toutes les fois où cela sera possible.

Remarque. Il existe des ouvrages impossibles à moduler. Exemple : Un plancher en métal dépend de la dimension des profils. On s'efforcera alors de rattraper la modulation à l'aide des cotes résultantes. Le total des cotes d'ouvrage et cotes résultantes serait alors modulé et non les cotes partielles.

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS (1)



PORTÉES LIBRES DES PLANCHERS (fig. 1). (D'après NF 01-101).

Les portées libres des planchers devront avoir l'une des valeurs suivantes :

$\boxed{L = q \times 6M}$ ou à défaut $L = q \times 3M$

On pourra moduler à partir des nus des éléments porteurs (fig. 1), ou à partir des axes de ces mêmes éléments.

ÉPAISSEURS DES CLOISONS (d'après NF P 01-007). 15 *cm*, 10 *cm* et 7,5 *cm*.

HAUTEURS D'ETAGES (d'après NF P 01-101). Les cotes préférentielles sont 280, 300 et 320 *cm*.

BAIES **pour portes, huisseries et bâtis** (fig. 2), (d'après NF P 01-004 et P 10-402).

Elles devront avoir les dimensions suivantes. On remarquera que les cotes L et H sont les cotes nominales des baies et que L' et H' sont les cotes nominales de passage.

TYPES	Portes intérieures						
	1 vantail				*2 vantaux*		
L	65	75	85	95	125	145	165
H	H' + 2,5				H' + 2,5		
L'	60	**70**	**80**	**90**	120	**140**	**160**
H'	200	200	200	200	200	200	200
H'	210	**210**	**210**	**210**	210	**210**	**210**
H'		220	220	220	220	220	220

TYPES	Portes extérieures					
	1 vantail		*2 vantaux*			
L	95	105	135	145	155	165
H	H' + 2,5		H' + 2,5			
L'	**90**	100	130	140	**150**	**160**
H'	**210**	210	210	210	210	210
H'	220	220	220	220	**220**	**220**
H'					230	230

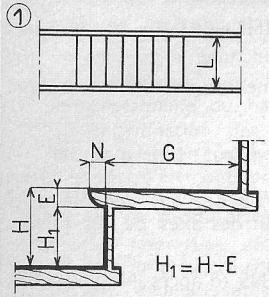
Les cotes ci-dessus sont données en centimètres, les valeurs préférentielles sont indiquées en caractères gras.

BAIES **pour châssis et croisées** (fig. 3 et 4). (D'après NF P 10-401.) Les largeurs nominales préférentielles sont les suivantes : 40-50-60-70-80-90-100-110 *cm*, etc.

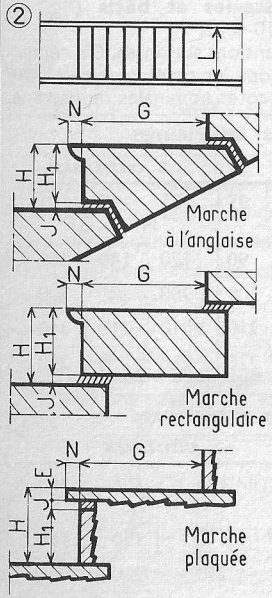
Les hauteurs nominales préférentielles sont les suivantes : 45-55-65-75-85-95-105-115, etc.

Nota. Les dimensions nominales des châssis, croisées, etc, sont les mêmes que celles de la baie pour laquelle elle est prévue.

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS (2)



L = Longueur de marche.
H = Hauteur de marche.
G = Largeur de giron.



Caractéristiques des marches (en centimètres).

L	90, 100 ou 110	
G	27,5	25
H_1	16	17,5
N	3	
J	variable	

ESCALIERS DROITS EN CHARPENTE (fig. 1).

Caractéristiques des marches (en centimètres).

L	90, 100 ou 110				
H	16,4	15,7	16,8	17,9	18,4
G	27,5	25	25	25	25
	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
N	3				

Les volées sont constituées de **n** marches égales ou de (n — 1) marches égales et une marche de départ légèrement différente, ou encore de (n — 2) marches égales et de deux marches différentes placées au départ et de façon que les différences de hauteur entre deux marches successives soient inférieures à 16 *mm*.

Composition des volées :

Pente normale. Largeur de giron 27,5 *cm*.

Hauteurs d'étages (en *m*)	Nombre total de marches	Hauteur des marches constituant la volée (en *cm*)				
		15,7	16,4	16,8	17,9	18,4
2,50	15	2		13		
2,60	16	2	14			
2,70	17	15		2		
2,80	17		15	2		
2,90	17			15		2
3,00	18	2		16		
3,10	19	2	17			
3,20	18		1		17	
	19			19		
3,30	20		19		1	
3,40	20			18		2
3,50	21	2		19		

ESCALIERS DROITS EN MAÇONNERIE (fig. 2).
D'après NF P 01-011.

Marches massives et plaquées.

Les volées sont composées de **n** marches identiques. Les joints entre les marches sont variables selon les hauteurs d'étage.

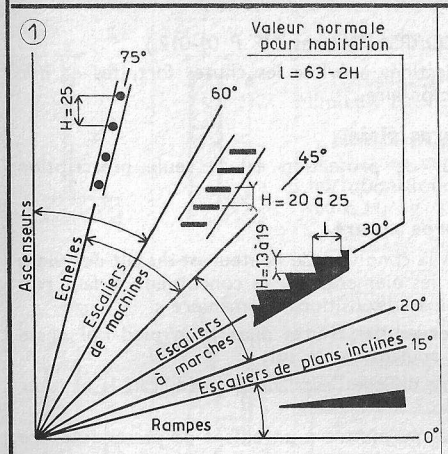
Tableau d'emploi des marches de 16 × 27,5.

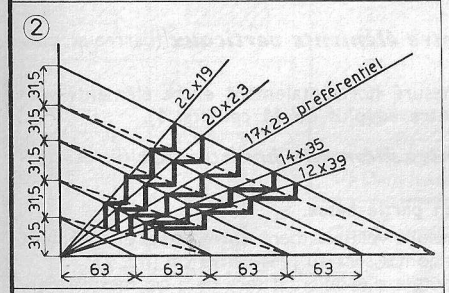
Hauteur d'étage *cm*	2,50	2,60	2,70	2.80	2,90	3,00	3,10		3,20
Nombre de marches	15	16	16	17	17	18	18	19	19
J en *mm*	6,6	2,5	8,7	4,7	10,5	6,6	12,2	3,1	8,4

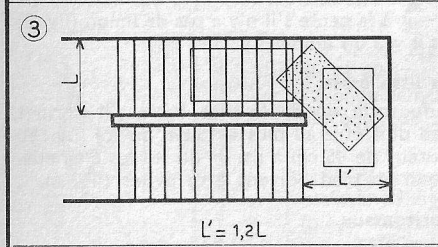
Tableau d'emploi des marches de 17,5 × 25.

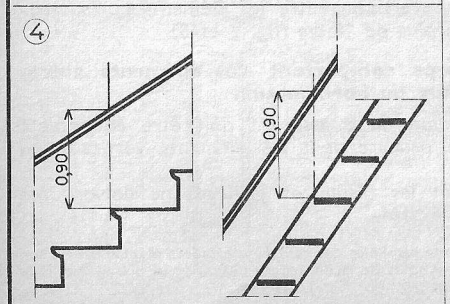
Hauteur d'étage *cm*	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00		3,10	3,20
Nombre de marches	14	14	15	15	16	16	17	17	18
J en *mm*	3,5	10,7	5	11,6	8.4	12,5	3,5	9,4	4,8

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS (3)









INCLINAISONS DES RAMPES, ESCALIERS ET ECHELLES.

Ces inclinaisons sont données par la figure 1. On remarquera que la valeur normale se situe aux environs de 30° et que l'on peut dans la plupart des cas utiliser la formule :

$$2H + l = 60 \text{ à } 64 \text{ cm},$$

H étant la hauteur de marche, *l* étant la largeur de marche, soit G + N (voir B_1. 47).

MARCHES NON NORMALES (Hors norme).

Lorsqu'il s'agit de dimensionner des marches en dehors des cas normaux (voir B_1. 47), on pourra utiliser le tracé ci-joint (fig. 2).

Nota : Les tracés de la figure 2 sont conformes à la règle ci-dessus :

$$2H + l = 63 \text{ cm},$$

mais dans les cas extrêmes (échelle meunière ou escaliers de jardin), 2H + *l* peut être inférieur à 60, ou supérieur à 64. La valeur préférentielle étant toujours située entre 62 et 63 *cm*.

DIMENSIONS DES PALIERS.

Afin de permettre le transport des meubles, les paliers doivent être d'une largeur supérieure ou au moins égale à la longueur de marche (fig. 3).

On adoptera de préférence une largeur de palier égale à 1, 2 fois la longueur des marches.

RAMPE D'ESCALIER.

D'après NF P 01-012.

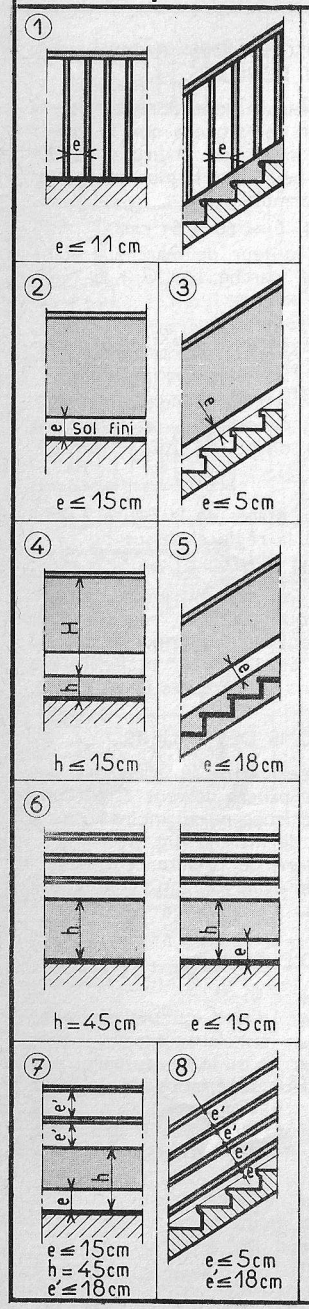
La hauteur d'une rampe d'escalier est la distance verticale mesurée depuis le nez de marche ou le sol du palier jusqu'à la surface supérieure de la main courante (fig. 4).

La hauteur de la rampe sur une volée d'escalier doit être au moins égale à 0,90 mètre.

La hauteur de la rampe sur un palier doit être au moins égale à 1,00 mètre (ainsi que sur les raccordements aux volées).

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS (4)



GARDE-CORPS. (D'après NF P 01-012.)

Ils sont destinés à éviter les chutes fortuites et non l'escalade volontaire.

Garde-corps plein.

La hauteur de protection est la seule prescription imposée (voir B_1. 50).

Garde-corps ajouré.

En plus de la condition de hauteur et du fait des vides laissés entre les éléments qui le constituent, il faut respecter certaines dispositions de manière :

— à préserver des chutes dues à un pied qui glisse ou au corps roulant sur le sol;

— à rendre difficile l'escalade qui réduirait la hauteur de protection.

— à ne pas permettre à un enfant de passer le corps par un ajour.

Vides entre éléments verticaux (barreaux, panneaux).

Le vide mesuré horizontalement **entre** éléments verticaux doit être au plus de **11** *cm* (fig. 1).

Vides entre éléments horizontaux (lisses, panneaux).

1. **Vides en partie basse.**

Ce vide mesuré verticalement entre le sol et l'élément inférieur horizontal sera au plus de **15** *cm* (fig. 2).

Pour les rampes d'escalier, il sera de 5 *cm* mesuré perpendiculairement à la pente s'il n'y a pas de limon (fig. 3) et de **18** *cm* s'il y a un limon (fig. 5).

2. **Socle ou lisse basse.**

Le dessus du socle ou de la lisse basse s'il permet l'appui du pied doit être au plus à **15** *cm* du sol (fig. 4).

Sur une hauteur de **45** *cm* à partir du sol les éléments offrant un appui au pied doivent être évités (fig. 6).

3. **Vides horizontaux.**

La distance verticale entre les éléments horizontaux doit être au plus de **18** *cm* (fig. 7 et 8).

Garde-corps comportant des éléments autres que verticaux ou horizontaux.

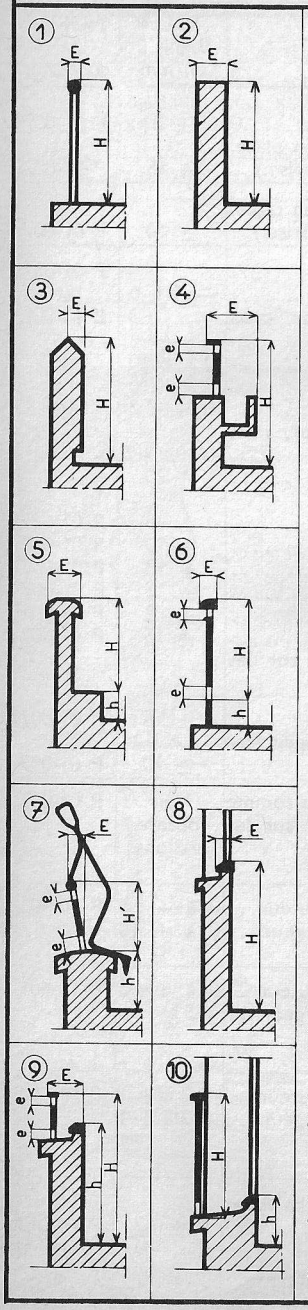
La protection qu'ils assurent doit être équivalente à celle que procureraient les éléments verticaux ou horizontaux.

Notamment les treillis et grillages ne doivent pas permettre l'escalade.

Nota. Les lisses parallèles des rampes d'escaliers étant inclinées, on pourra admettre qu'ils ne facilitent pas l'escalade et placer des lisses en parties basses (fig. 8).

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

DIMENSIONS DES CONSTRUCTIONS (5)



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES.

Épaisseur d'un garde-corps. C'est la distance limitant l'avancée du corps (cote **E**, fig. 1 à 9).

Hauteur de protection d'un garde-corps. C'est la distance verticale entre l'arête supérieure et le plan horizontal où se tiennent les personnes à protéger (cote **H**, fig. 1 à 9).

Classifications.

Garde-corps minces **E** ⩽ 20 centimètres
Garde-corps épais **E** > 20 centimètres

Hauteurs à adopter :

Garde-corps minces **H** ⩾ 1,00 mètre
Garde-corps épais **H** est fonction de **E** (tableau 1).

E (en *cm*)	H (en *cm*)	E (en *cm*)	H (en *cm*)
20	100	45	85
25	97,5	50	80 (2)
30	95	55	75
35	92,5	60	70 (1)
40	90		

(1) En aucun cas **H** ne sera inférieur à 70 *cm*.
(2) Dans les habitations **H** ne pourra être inférieur à 80 *cm*.

Garde-corps à élément pouvant former appui.

• Si cet élément a une hauteur (h) comprise entre 0 et 45 *cm*, **H** est mesurée à partir de la face supérieure de ce dernier (fig. **5** et 6).

• Si cet élément a une hauteur (h) comprise entre 45 et 60 *cm*, on admet que sa face supérieure permet l'agenouillement; **H** est mesuré à partir de cette face et réduit de 50 *cm* (fig. 7)

d'où **H'** = **H** — 50

Garde-corps de fenêtre. — On appelle « partie basse », l'allège surmontée de la partie fixe de la fenêtre (pièce d'appui) (fig. 8).

Partie basse (h) égale ou supérieure à 90 *cm*. — Ne pas suivre les indications du tableau 1, quelle que soit l'épaisseur **E**.

Partie basse (h) comprise entre 45 et 90 *cm*. — Elle doit être munie d'une barre d'appui ou d'un balcon déterminé d'après le tableau 1 (fig. 9).

Partie basse (h) égale ou inférieure à 45 *cm*. — La fenêtre doit être considérée comme une porte-fenêtre et la hauteur **H** doit être mesurée à partir du sol du balcon ou de la pierre d'appui (fig. 10).

Nota : Les dimensions à adopter pour les cotes **e** sont données au (B_1. 49); ici **e** ⩽ 18 *cm*.

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

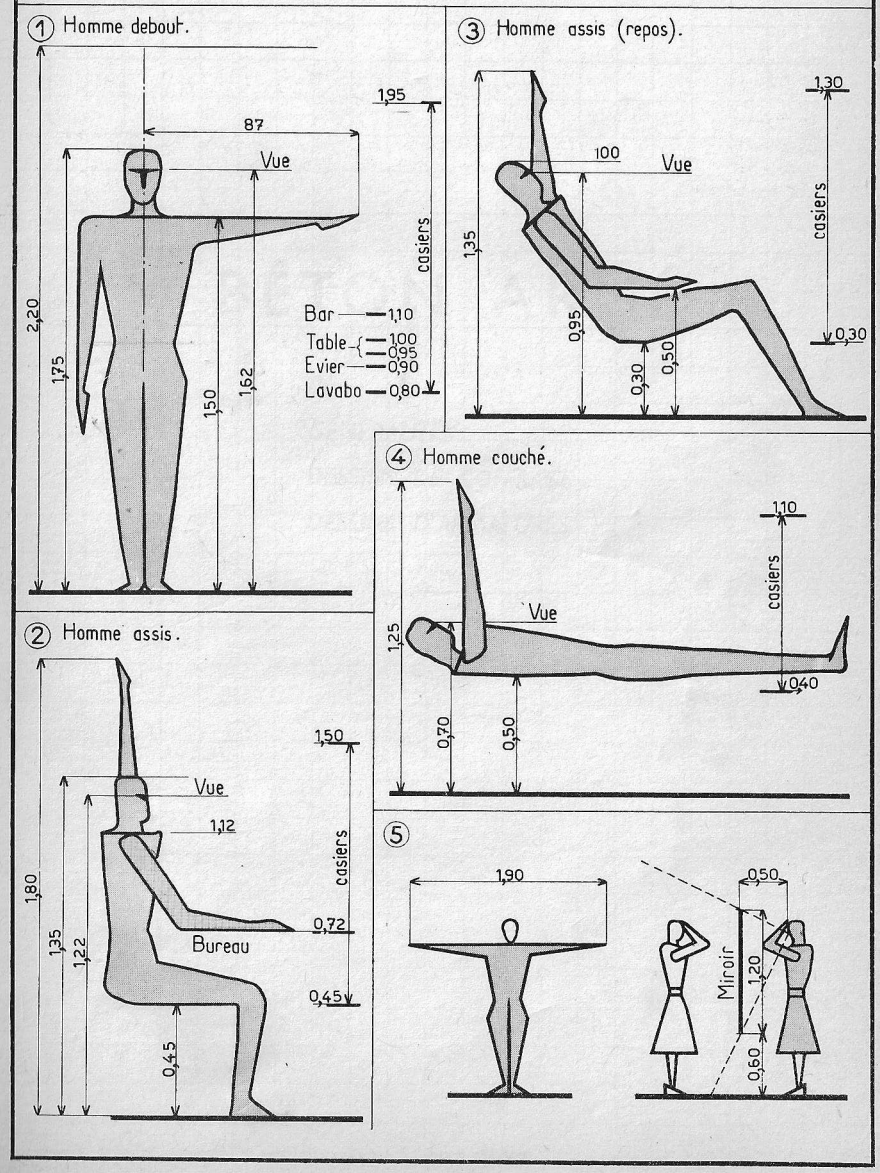
TOLÉRANCES

OBJET	OBSERVATIONS		TOLÉRANCE en *mm*	NORME à consulter
Implantation.	Tolérance sur le **traçage**		± 5	P 01-007
	Tolérance **après exécution** ou mise en place. (La tolérance de traçage est comprise.) ..		± 15	P 01-007
Niveaux des étages.	Tolérance **après exécution** ou mise en place. (La tolérance de traçage est comprise.) ..		± 10	P 01-007
Epaisseur des murs, poteaux et planchers.	• **Pierre de taille**			P 01-007 et B 10-001
	— Faisant l'épaisseur totale du mur		— 1 à 0	
	— Faisant l'épaisseur totale du mur, mais ravalée :			
	— Pierre tendre		0 à + 10	d°
	— Pierre ferme et demi-ferme		0 à + 5	d°
	— Pierre dure et froide		0 à + 3	d°
	— Faisant l'épaisseur totale du mur, mais destinée à être enduite		— 10 à + 5	d°
	Localement		— 20	
	• **Moellons appareillés**		± 5	P 01-007
	• **Maçonnerie de moellons**		± 10	P 01-007
	• **Maçonnerie de briques**		± 10	P 01-007
	• **Béton ou béton armé**		± 5	P 01-007
	• **Poteaux composés en acier**		± 2	P 01-007
	• **Planchers finis**		± 15	P 01-007
	Toutes ces tolérances sont établies sur des ouvrages exécutés ou mis en place.			
Cloisons.	— Tolérance sur **l'implantation**		± 15	P 01-007
	— Tolérance sur **l'épaisseur** (compris les enduits)		± 10	P 01-007
Distances des maçonneries et portées libres des planchers.	Ces tolérances sont données par la somme des tolérances sur l'implantation et sur les épaisseurs.		Voir observations	P 01-007
Cotes nominales des baies pour portes.	(Voir B₁. 46.) Tolérances **après exécution.**	Hauteur... Largeur ...	0 à + 5 0 à + 10	P 10-402
Cotes nominales des baies pour croisées et châssis.	(Voir B₁. 46.) Tolérances **après exécution.**	Hauteur... Largeur ...	0 à + 5 + 5 à + 10	P 10-401
Largeurs et hauteurs nominales de passage libre des baies.	(Voir B₁. 46.) Tolérances **après exécution.**	Hauteur... Largeur ...	— 2 à + 1 — 2 à + 1	P 01-004
Escaliers en charpente ou maçonnerie.	Tolérances sur les **hauteurs** de marche finies (voir B₁. 47)		± 6	P 01-010 et P 01-011
	Tolérances sur les **largeurs** de marche (giron + nez) (voir B₁. 47)		± 5	

COTATION - MODULATION - TOLÉRANCES

MESURES-TYPES DE L'HOMME

Voir ci-dessous (fig. 1, 2, 3, 4 et 5) les mesures de l'homme dans les positions caractéristiques. Ces mesures sont relatives à un homme d'une hauteur de 1,75 *m*. Remarquer les hauteurs types : siège 45 et 30 *cm*; table ou bureau (travail assis) 72 *cm*; travail debout 90 à 100 *cm*; lavabo 80 *cm*; éviers 90 à 95 *cm*; bars et banques 110 *cm*.



BÉTON ARMÉ

GÉNÉRALITÉS

DESSINS DE COFFRAGE

DESSINS D'ARMATURES

BÉTON ARMÉ

GÉNÉRALITÉS

D'après Règles B.A. 1960.

Généralités.

Il sera établi, en général, deux séries de dessins :

— **Les plans de coffrage** qui définissent les formes des ouvrages.

— **les plans d'armatures.**

Echelles :

En principe adopter :

— pour les plans de coffrage :

0,02 = 2 *cm p. m* = 1/50;
ou 0,01 = 1 *cm p. m* = 1/100.

— pour les plans d'armatures :

0,02 = 2 *cm p. m* = 1/50,
ou 0,05 = 5 *cm p. m* = 1/20,
ou 0,10 = 10 *cm p. m* = 1/10.

Cartouches :

Ils doivent comporter les indications suivantes :

— Numéro de l'affaire;
— Titre de l'affaire;
— Titre du dessin;
— Nom et adresse du maître-d'œuvre;
— Nom et adresse de l'architecte;
— Nom et adresse de l'ingénieur;
— Nom et adresse du constructeur;
— Nom du dessinateur;
— Numéro du dessin;
— Echelles;
— Date;
— Références;
— Valeur des charges;
— Valeur des résistances de sécurité adoptées;
— Modifications.

Repérage.

• Chaque plancher sera repéré par son titre.

Exemple : plancher haut du premier étage.

• Les poutres seront repérées par des chiffres; ex. : *(1)*, *(2)*, *(3)*, etc. On peut éventuellement ajouter à cette numérotation un chiffre indiquant l'étage où se trouve la poutre. Ex. : *101* = poutre *(1)* du 1er étage, *325* poutre *(25)* du 3e étage, *004* et *088* poutres *(4)* et *(88)* du rez-de-chaussée (voir B_1. 7).

• Les poteaux seront repérés par la lettre P majuscule suivie d'un numéro en indice, ex. : P_1, P_2, P_{15}, etc, ou par les repères de travées (voir B_1. 7); ex. : poteaux A4, B2, etc.; à chaque étage les poteaux superposés auront le même indice. On peut également ajouter à l'indice les chiffres renseignant sur l'étage où se trouve le poteau.

• Les dalles seront repérées par des lettres minuscules entourées d'un cercle. Un trait en diagonale passant par le centre de ce cercle pourra préciser les limites de la dalle considérée (fig. 2, B_1. 54).

Les diverses coupes peuvent être repérées par des traits mixtes épais comportant un retour d'équerre à chaque extrémité et une flèche. Des chiffres romains serviront au repérage de ces coupes (B.A. 1960, B. 413) (voir B_1. 58).

Niveaux et épaisseurs.

L'indication des niveaux sera conforme aux règles de cotation (voir B_1. 40).

Les épaisseurs de dalles sont indiquées par un nombre entouré de deux cercles. Ce nombre exprime l'épaisseur de la dalle en centimètres (fig. 2, B_1. 54).

Les épaisseurs des planchers à hourdis seront indiquées par deux nombres séparés par le signe + et entourés de deux cercles, le premier nombre représente l'épaisseur du corps creux et le second celle de la dalle.

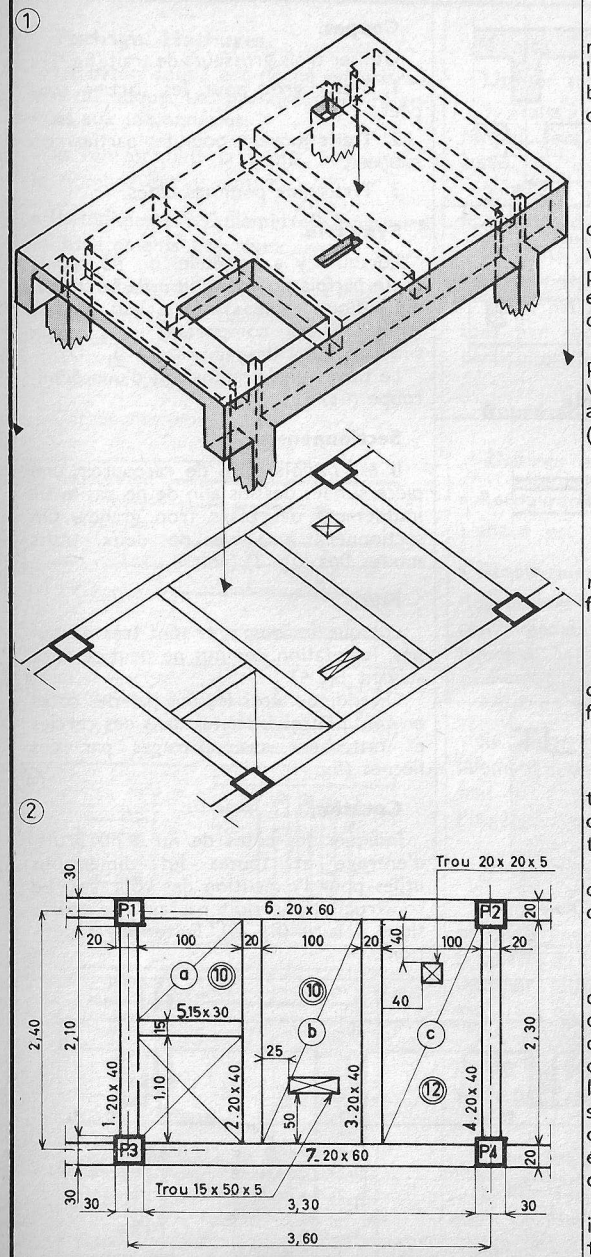
Ex. : (16 + 4) { 16 *cm* de corps creux et 4 *cm* de dalle.

Cotation.

Suivre les principes généraux de cotation (voir B_1. 41 a 43). Les équarissages des poutres devront être indiqués à côté du numéro de repérage. Ils seront donnés en centimètres par deux nombres séparés par le signe (×). Ex. : 15 × 40; le premier nombre est la largeur de la poutre, le deuxième est la hauteur totale de la poutre.

BÉTON ARMÉ

DESSINS DE COFFRAGE (1)



Les dessins de coffrage représentent le volume et les formes des ouvrages bruts à réaliser (sans enduits).

Conventions.

Planchers.

Ils sont repérés par la dénomination de l'étage couvert par le plancher. Ex. : le plancher du premier étage est appelé « plancher haut du rez-de-chaussée ».

On représente en traits pleins les arêtes du coffrage vide. (Ne pas confondre avec une vue de dessous) (fig. 1).

Poteaux.

Représenter en trait fort.

Murs.

Les murs porteurs sont représentés par des traits forts.

Trémies et trous.

Tracer dans les trémies deux diagonales en traits fins (fig. 1).

Cotation (fig. 2).

Les cotes de nu à nu sont très utiles pour l'exécution des coffrages, elles seront toujours indiquées.

Les cotes d'implantation des poteaux doivent être conformes à B_1. 39.

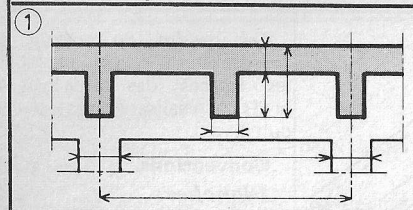
Trous.

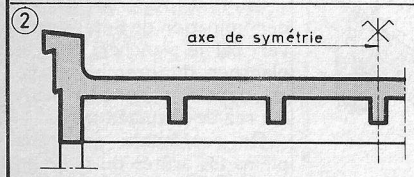
Lorsqu'ils traversent la dalle, les coter par deux dimensions s'ils sont carrés ou rectangulaires et par le diamètre s'ils sont circulaires. Lorsqu'ils ne traversent pas, les coter par trois dimensions, la troisième étant toujours la profondeur.

La position des trous est indiquée par des cotes rattachées aux nus les plus proches.

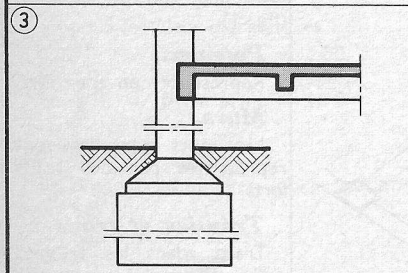
BÉTON ARMÉ

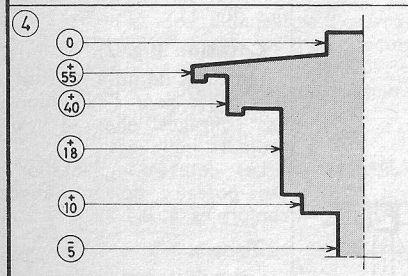
DESSINS DE COFFRAGE (2)





1/2 coupe transversale





Coupes.

Utiliser trois grosseurs de trait (fig. 1) :

1. **Traits gros** pour les parties coupées.
2. **Traits moyens** pour les parties non coupées.
3. **Traits fins** pour les cotes.

Symétrie.

Lorsqu'il y a symétrie, on ne représente parfois qu'une moitié de la coupe; on indique cette symétrie par un axe (trait mixte) comportant une croix simulant deux drapeaux (voir B_1. 42).

Le titre signale qu'il s'agit d'une demi-coupe (fig. 2).

Sectionnement.

Il est parfois utile de raccourcir une pièce sur les dessins afin de ne pas avoir inutilement des plans trop grands. On sectionnera à l'aide de deux traits mixtes fins (fig. 3) (voir B_1. 21).

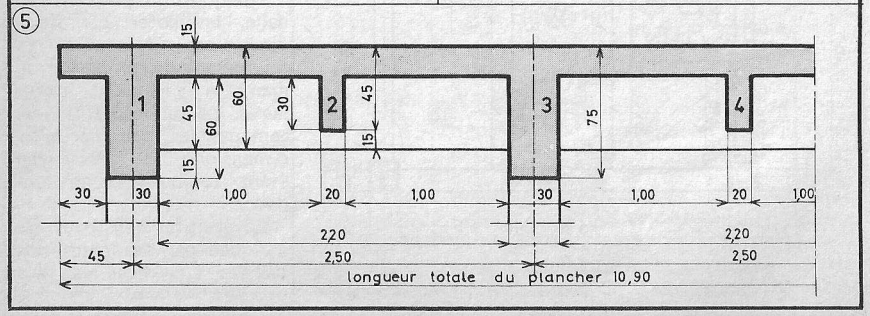
Nus.

Lorsque les ouvrages sont très découpés, la cotation des nus ne peut se faire suivant B_1. 43.

On indique alors les nus par des cotes en centimètres inscrites dans des cercles et rattachées aux ouvrages par des flèches (fig. 4).

Cotation.

Indiquer les cotes de nu à nu bruts, d'entraxe et toutes les dimensions utiles pour l'exécution des coffrages. Le constructeur ne doit pas avoir d'opérations à faire (fig. 5). Eviter les répétitions.



BÉTON ARMÉ

DESSINS D'ARMATURES (1)

Pochage. Hachures.

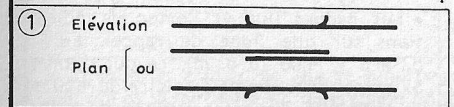
Le béton coupé est poché en gris au dos du calque. Les hachures sont réservées aux maçonneries.

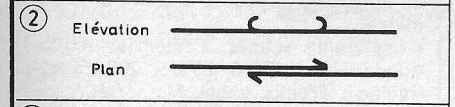
- Ils représentent la forme, la position, le nombre des armatures.
- Ils indiquent les diamètres, longueurs et espacements des armatures.

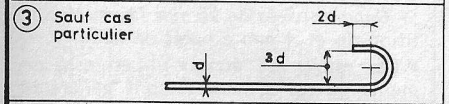
Les calculs et croquis de l'ingénieur permettent la réalisation des plans d'armatures.

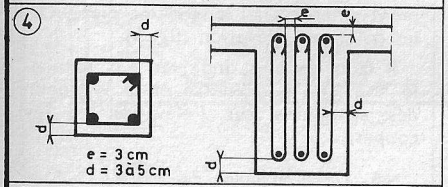
Echelles (voir B_1. 53).

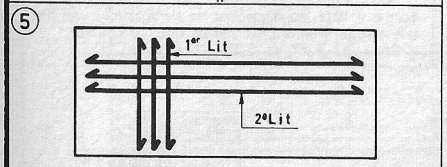
Cartouches (voir B_1. 53).

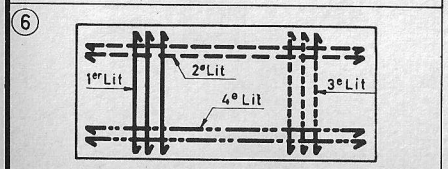












Traits.

Utiliser trois grosseurs de traits.

1. **Traits gros**, à l'échelle de l'armature, ou plus gros, pour représenter les armatures.
2. **Traits moyens** pour représenter le contour du béton.
3. **Traits fins** pour la cotation et les lignes de rappel.

Les armatures sont toujours représentées par des traits continus, sauf cas particulier (fig. 6).

Représentation.

Barres et recouvrements.

- **Recouvrement sans crochets** (fig. 1). L'about est simplement sectionné.
- **Recouvrement avec crochets** (fig. 2). Représenter les crochets à l'échelle conformément aux proportions de la figure 3.

Cadres et étriers.

Ils doivent être représentés parallèlement aux faces des poteaux et poutres et à une distance, prescrite par l'ingénieur, qui varie de 2 à 5 *cm* (fig. 4).

Armatures des dalles.

Les armatures des dalles ne seront pas obligatoirement représentées sur toute la surface de celles-ci ; on se contentera de dessiner plusieurs barres dans chaque sens (fig. 5).

On pourra, si besoin, différencier les divers lits (fig. 6) :

1er lit. Trait plein.

2e lit. Trait interrompu long.

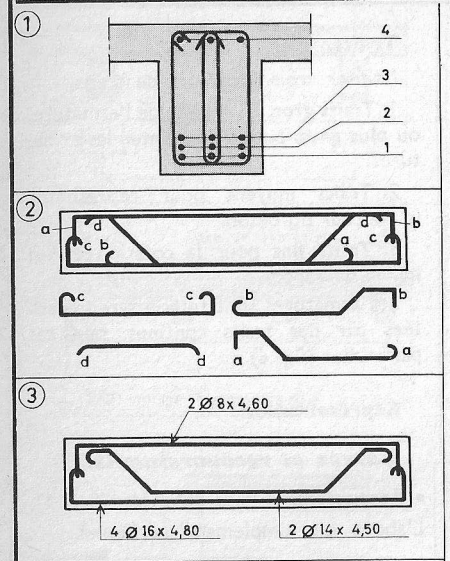
3e lit. Trait pointillé.

4e lit. Trait mixte constitué de traits de 1 *cm* et deux points, etc.

Ces traits seront toujours dessinés à l'échelle des barres.

BÉTON ARMÉ

DESSINS D'ARMATURES (2)



N.B. Si les lits sont tous représentés en traits pleins ne pas oublier de les repérer

Repérage des armatures.

Pour faciliter la lecture et repérer facilement les armatures dans les différentes vues, utiliser des numéros (fig. 1).

Lorsque des barres sont superposées sur une vue, des petites lettres minuscules de repérage peuvent être attachées aux extrémités des barres, afin d'éviter toute confusion (fig. 2).

Cotation.

• **Les barres** (fig. 3). Porter les indications sur une ligne de rappel :

Ex. : 4 ϕ 16 × 4,80,

ce qui signifie 4 barres de 16 *mm* de diamètre, de 4,80 *m* de longueur.

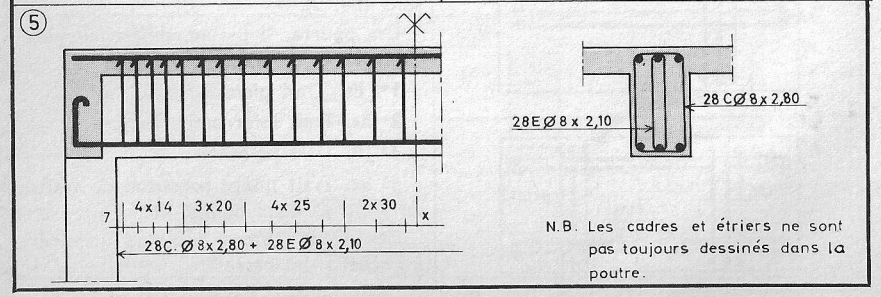
• **Les nappes** (fig. 4). Porter les indications sur une ligne de rappel. Ex. : 52 ϕ 6 × 4,00 (8 p. *m*), ce qui signifie 52 barres de 6 *mm* de diamètre de 4,00 *m* de longueur, disposées à raison de 8 par mètre.

• **Les treillis soudés.** Porter les indications suivantes TS 6/4 75 × 200, ce qui signifie : Treillis soudé, fils porteurs de ∅ 6 *mm* espacés de 75 *mm*, fils de répartition de ∅ 4 *mm* espacés de 200 *mm*.

• **Les cadres et étriers :** Les espacements de ces armatures sont généralement différents au long d'une pièce. On les cotera en élévation (fig. 5).

Il faut, de plus, indiquer : la nature, le nombre, le diamètre et la longueur des armatures sur l'élévation et les coupes.

N.B. Lorsqu'on utilise des aciers « TOR », écrire à côté du diamètre de l'armature, une lettre T légèrement plus petite que le chiffre.
Ex. : 12 ϕ 8T × 5,20.



N.B. Les cadres et étriers ne sont pas toujours dessinés dans la poutre.

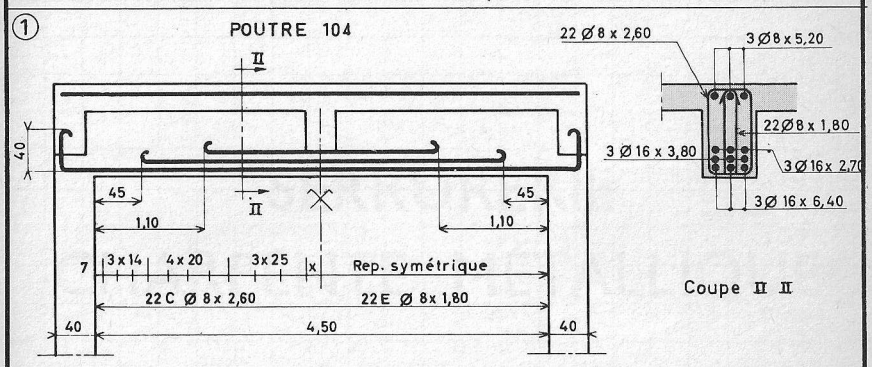
BÉTON ARMÉ

DESSINS D'ARMATURES (3)

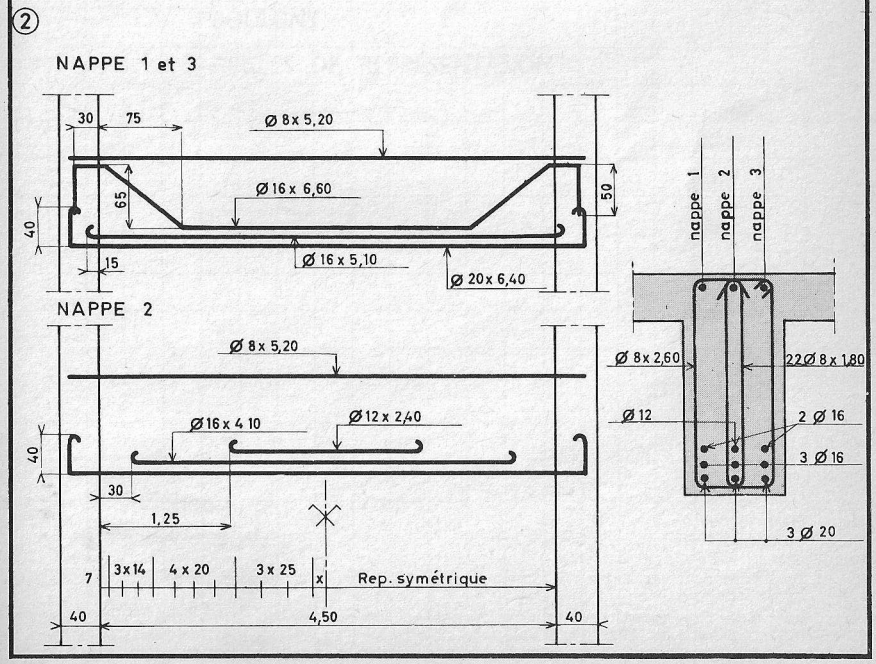
DIAGRAMMES (fig. 1 et 2).

• Lorsqu'il n'y a pas d'armatures différentes superposées dans la vue en élévation, adopter une représentation conforme à la figure 1.

N.B. Les ouvrages s'appuyant sur la poutre représentée ne seront indiqués qu'en traits fins et seulement s'ils contribuent à la compréhension en vue de l'exécution.



• Lorsque les armatures, qui se superposent dans la vue en élévation, ne sont pas identiques, il faut faire un diagramme donnant toutes les indications nécessaires pour l'exécution (fig. 2), car celles-ci ne peuvent plus être données par un dessin comme celui de la figure 1.



SERRURERIE
CHARPENTE MÉTALLIQUE

RIVETAGE

SOUDAGE

BOULONS

RÈGLES DE REPRÉSENTATION

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

RIVETAGE

Formes, désignations, dimensions, proportions (d'après NF E 27-151 à 154).

① Tête ronde **R** $0{,}8 \leqslant d \leqslant 45$

② Tête goutte de suif **G** $0{,}8 \leqslant d \leqslant 27$

③ Tête cylindrique plate **C** $0{,}8 \leqslant d \leqslant 10$

④ Tête fraisée **F/90** $0{,}8 \leqslant d \leqslant 27$

⑤ Tête fraisée bombée **FB/90** $0{,}8 \leqslant d \leqslant 27$

⑥ **R** $a \approx 1{,}8\ d$, $h \approx 0{,}7\ d$ (Cf. NF E 27-153)

⑦ **G** $a = 2\ d$, $h = 0{,}5\ d$

⑧ **C** $a = 2\ d$, $h = 0{,}5\ d$

⑨ **F/90** $a = 2\ d$, $h = 0{,}5\ d$

⑩ **FB/90** $a = 2\ d$, $h = 0{,}5\ d$, $h_1 = 0{,}25\ d$

DIMENSIONNEMENT DES RIVETS (fig. 1 à 5).

$d = \dfrac{45\ e}{e + 15}$ $\quad L = 1{,}1\ E + 1{,}5\ d$ (Rivure ronde).

$L = 1{,}1\ E + 0{,}6\ d$ (Rivure fraisée).

DISPOSITION DES RIVETS. Pas $p = 3$ à $7\ d$.

Ecartement des lignes de rivets 0,8 p.

REPRÉSENTATION symbolique sur les dessins, des rivets et des boulons de charpente (d'après NF E 04-014).

⑪ **Rivets posés à l'atelier.**

Rivet à tête : R, G ou C; rivure ronde.

Rivet R, G ou C; rivure fraisée ou rivet F/90 ou FB/90; rivure ronde.

Rivet F/90 ou FB/90, rivure fraisée.

Fraisure vue — Fraisure cachée

⑫ **Rivets posés au chantier.**

Rivet à tête R, G, ou C; rivure ronde.

Rivet R, G ou C; rivure fraisée ou rivet F/90 ou FB/90; rivure ronde.

Rivet F/90 ou FB/90; rivure fraisée.

Fraisure vue — Fraisure cachée

⑬ **Boulons posés au chantier.**

Boulon à tête et écrou hexagonaux (H).

Boulon à tête fraisée et ergot, écrou hexagonal (F/90 E).

Fraisure vue — Fraisure cachée

Désignation des rivets. Elle comprend dans l'ordre : le symbole de forme, le diamètre (d), la longueur (L).

Ex. : R 10.60 (longueurs idem, boulons B1. 66).

Cette désignation sera portée en légende. Seuls les rivets ou boulons spéciaux seront désignés à côté du symbole correspondant (fig. 14).

⑭ **Légende :** Les rivets non cotés sont des rivets R 12.35 (E 27-153).

R 16.40 — F/90 10.30

⑮ **Cotation :** Lorsque les écarts sont constants, représenter et coter ainsi (fig. 15).

1080 = 60 x 18

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

SOUDAGE

I. TYPES DE SOUDURE		Métal d'apport	Source de chaleur	Corps d'état interessés		Symboles pour les dessins
HÉTÉROGÈNE	Tendre	Etain + plomb. Alliages divers à bas point de fusion.	Lampe ou fer à souder. Chalumeau à gaz.	Sanitaire Chauffage Couverture		
	Forte ou brasure	Laiton Alliages divers	Chalumeau à gaz ou oxyacétylénique	Sanitaire Chauffage Serrurerie		
	Soudo-brasure	Laiton spécial Alliages divers	Chalumeau oxyacétylénique	Sanitaire		
AUTOGÈNE	A la forge		Forge	Ferronnerie		
	Électrique par résistance		Electricité	Serrurerie Tôlerie	R	N.B. Un projet de repérage est en cours d'étude.
	Oxyacétylénique	De même nature que celui des pièces à souder	Chalumeau oxyacétylénique	Serrurerie C. Métallique Sanitaire Chauffage Tôlerie	OA	
	A l'arc électrique		Électricité		E	

II. REPRÉSENTATION SYMBOLIQUE :

Elle comprend :
- un symbole élémentaire
- un symbole supplémentaire
- une cotation conventionnelle
- si nécessaire des indications complémentaires

III. REPRÉSENTATION DES SYMBOLES ÉLÉMENTAIRES.

1	Soudure sur bords relevés		JL	9	Reprise à l'envers		
2	Soudure sur bords droits		II	10	Soudure d'angle		
3	Soudure en V		V	11	Soudure en entailles (ou en bouchons)		
4	Soudure en demi V		V				
5	Soudure en Y		Y	12	Soudure par points		
6	Soudure en demi Y		Y				
7	Soudure en U (ou en tulipe)		Y				
8	Soudure en demi U (ou en J)		Y	13	Soudure en ligne continue avec recouvrement		

IV. SYMBOLES SUPPLÉMENTAIRES

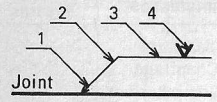
Ils complètent les symboles élémentaires si nécessaire. (Voir chap. III ci-avant)

- Soudure plate
- Soudure convexe
- Soudure concave

N.B. Les soudures sur bords droits relevés non complètement pénétrées porteront indication de la cote principale s, (voir B1 62).

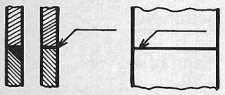
SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE
SOUDAGE

I. POSITION DES SYMBOLES SUR LES DESSINS



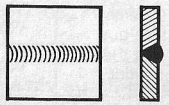
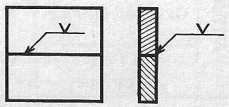
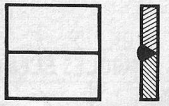
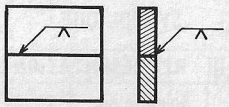
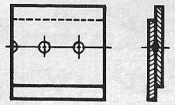
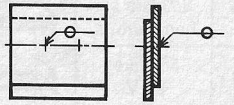
1 - Flèche aboutissant à la ligne de joint.
2 - Ligne de repère (inclinée à 45° sur la ligne de joint).
3 - Ligne de référence (toujours parallèle au bord inférieur du dessin).
4 - Symbole.

II. POSITION DE LA LIGNE DE REPÈRE



La position de la ligne de repère peut-être quelconque; toutefois lorsque la soudure est de l'un des types 4, 6 et 8 (tableau III voir B1 60), la ligne de repère doit être dirigée vers la tôle qui doit être préparée. (voir exemples d'application B1 63).

III. POSITION DU SYMBOLE PAR RAPPORT À LA LIGNE DE RÉFÉRENCE

	ILLUSTRATION	REPRÉSENTATION	SYMBOLISATION
① Au dessus de la ligne de référence, si la surface extérieure de la soudure est du côté de la ligne de repère du joint.			
② Au dessous de la ligne de référence, si la surface extérieure de la soudure est de l'autre côté de la ligne de repère du joint.			
③ A cheval sur la ligne de référence, dans le cas des soudures faites dans le plan du joint.			

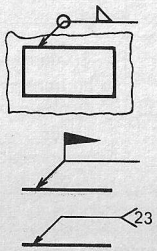
N.B. - Dans le cas de la soudure par points faite par bossage, la surface portant les bossages est considérée comme surface extérieure de la soudure.
- Lorsque la flèche ne peut toucher directement soit le joint, soit la face externe de la soudure, la repésentation symbolique ne peut être appliquée.
- Dans le cas ou plusieurs symboles seraient à grouper, il est recommandé de ne pas appliquer la représentation symbolique.

IV. INDICATIONS COMPLÉMENTAIRES

① Soudure périphérique
Elle doit être exécutée sur tout le pourtour de la pièce.

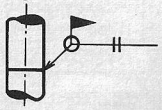
② Soudure à exécuter au chantier.

③ Indication du procédé de soudage *



Ces indications complémentaires peuvent être associées (exemple fig. 4).

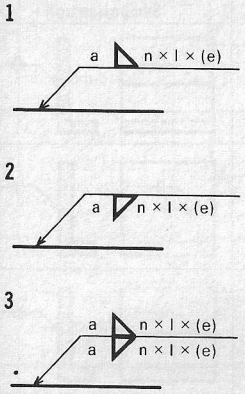
④ Soudure périphérique sur bords droits exécutée au chantier.

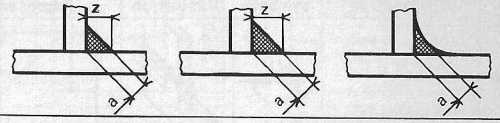
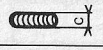


* *Les nombres désignant les procédés sont à l'étude aux Normes Françaises. En attendant la publication de ce document, les procédés seront précisés sur les dessins.*

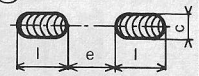
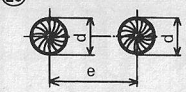
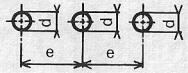
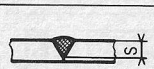
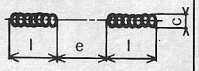
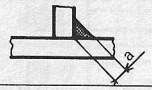
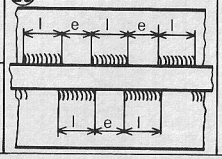
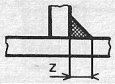
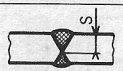
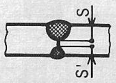
SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE
SOUDAGE

I. COTES PRINCIPALES À INDIQUER



a	
z	
S	
c	 Soudure en entaille
d	Soudure en bouchon
z	La cote **z** sera indiquée à la place de **a** avec la lettre **z** devant la dimension, voir fig. 6.
l	Longueur de la soudure.
e	Distance de deux éléments de soudure voisins.
n	Nombre d'éléments de soudure.

II. EXEMPLES D'APPLICATION

	Inscriptions		Inscriptions
①	S ⏸ *1	⑨ 	c ▭ n × l × (e)
②	S ⏸ *1	⑩ 	d ▭ n × (e)
③	V *1-2	⑪ 	d ○ n × (e)
④ 	S Y *1	⑫ 	c ⊖ n × l × (e)
⑤ 	a ◺ *1	⑬ 	a ▷ n × l × (e) / a n × l × (e)
⑥ 	Zz ◺ *1		
⑦ 	S V *1		
⑧ 	S Y / S' Y *1		

N.B. 1 - L'absence d'indication à droite du symbole signifie que la soudure est continue sur toute la longueur des éléments à souder.
2 - Sauf indication contraire ces soudures sont totalement pénétrées.

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

SOUDAGE

EXEMPLES D'APPLICATION DE SYMBOLES ÉLÉMENTAIRES COMBINÉS

N°	Désignation	Symbole	Illustration	Représentation	Symbolisation
1	Soudure sur bords relevés et reprise à l'envers				
2	Soudure sur bords droits effectuée des deux côtés				
3	Soudure en V et reprise à l'envers				
4	Soudure en V et reprise à l'envers				
5	Soudure en V double (Soudure en X)				
6	Soudure en demi V double (Soudure en K)				
7	Soudure en demi V double (Soudure en K)				
8	Soudure en Y double				
9	Soudure en demi Y double				
10	Soudure en U double				

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

SOUDAGE

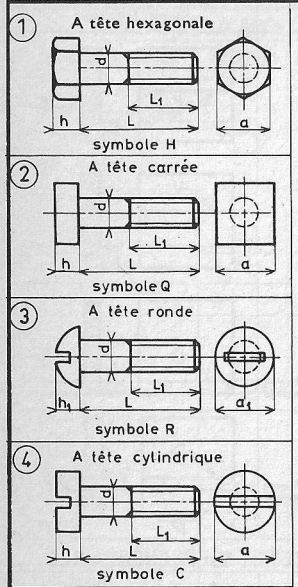
N°	Désignation	Symbole	Illustration	Représentation	Symbolisation
11	Soudure en demi U double				
12	Soudure en U et soudure en V				
13	Soudure d'angle double				
14	Soudure d'angle double + soudure d'angle				

EXEMPLES D'APPLICATION DE SYMBOLES ÉLÉMENTAIRES ET SUPPLÉMENTAIRES

1	Soudure sur bords relevés, plate, avec reprise à l'envers				
2	Soudure sur bords relevés, plate, avec reprise à l'envers plate				
3	Soudure en V, plate, avec reprise à l'envers				
4	Soudure en V, plate, avec reprise à l'envers plate				
5	Soudure en V double (ou X) convexe				
6	Soudure d'angle concave				

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

BOULONS ET ÉCROUS



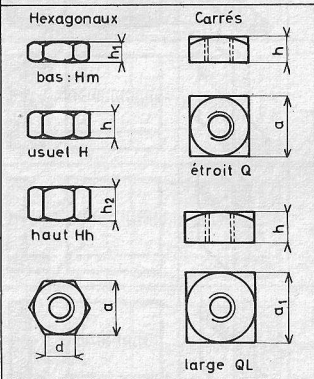
BOULONS. (D'après NF E 27-110, 113, 311, 314, 351.)

d	a	h	a_1	h_1	a_2	b	c	a_3	b_1	c_1	a_4	b_2	d
3	5	3	5,5	2,5	6	1,6	0,4	6	1,5	0,75	—	—	—
(3,5)	6	3,5	6,5	2,5	7	2	0,4	7	1,75	0,9	—	—	—
4	7	4	7	3	8	2,4	0,4	8	2	1	—	—	—
(4,5)	7	4	8	3,5	9	2,8	0,4	9	2,25	1,1	—	—	—
5	8	4,5	9	4	10	3,1	0,4	10	2,5	1,25	14	3	5
(5,5)	9	4,5	10	4	11	3,6	0,4	11	2,75	1,35	—	—	—
6	10	5	11	4,5	—	—	—	12	3	1,5	16	3,5	6
(7)	12	5	12	5	—	—	—	14	3,5	1,75	18	4	7
8	14	6	14	5,5	—	—	—	16	4	2	20	4,5	8
(9)	16	7	16	6	—	—	—	18	4,5	2,5	22	5	9
10	17	7	17	7	—	—	—	20	5	2,5	24	5,5	10
(11)	19	8	19	8	—	—	—	22	5,5	2,75	26	6,2	11
12	21	9	21	8	—	—	—	24	6	3	28	7	12
14	23	10	24	10	—	—	—	28	7	3,5	32	9	14
16	26	12	28	11	—	—	—	32	8	4	36	11	16
18	29	13	31	12	—	—	—	36	9	4,5	40	12	18
20	32	14	34	14	—	—	—	40	10	5	44	13	20
22	35	15	38	16	—	—	—	44	11	5,5	48	14	22
24	38	17	41	17	—	—	—	48	12	6	52	15	24
27	42	19	46	19	—	—	—	54	13,5	6,75	58	17	27
30	46	21	51	21	—	—	—	60	15	7,5	64	19	30

Désignation : Objet, symbole, diamètre, Longueur L et longueur filetée L_1.

Ex. : Boulon H 18 90/45.

Pour les longueurs L et L_1 (voir DB. 66).



ÉCROUS (D'après NF E 27-411, 412.)

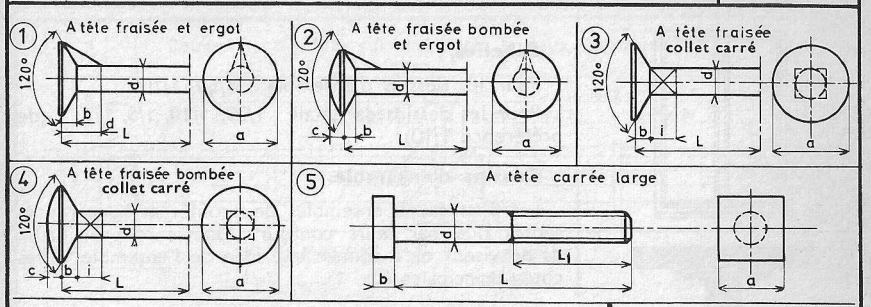
d	a	h	h_1	h_2	a_1
3	5	2,5	—	3	—
(3,5)	6	2,8	—	3,5	—
4	7	3,2	—	4	—
(4,5)	7	3,5	—	4,5	—
5	8	4	—	5	9
(5,5)	9	4,5	—	5,5	10
6	10	5	3	6	12
(7)	12	5,5	3,5	7	14
8	14	6,5	4	8	16
(9)	16	7	4,5	9	17
10	17	8	5	10	19
(11)	19	9	5,5	11	21
12	21	10	6	12	23
14	23	11	7	14	26
16	26	13	8	16	32
18	29	15	9	18	35
20	32	16	10	20	38
22	35	18	11	22	42
24	38	19	12	24	46
27	42	22	13,5	27	54
30	46	24	15	30	58

Désignation.
Objet, symbole, diamètre.

Exemple : Ecrou H. 10

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

LONGUEUR DES BOULONS



BOULONS A BOIS

d	a	b	c	i	d	a	b	c	i
5	14	2,6	1,25	5	14	32	5,2	3,5	14
6	16	2,9	1,50	6	16	36	5,8	4	16
(7)	18	3,2	1,75	7	18	40	6,4	4,5	18
8	20	3,5	2	8	20	44	7	5	20
(9)	22	3,8	2,25	9	22	48	7,5	5,5	22
10	24	4	2,50	10	24	52	8,1	6	24
(11)	26	4,3	2,75	11	27	58	8,9	6,75	27
12	28	4,6	3	12	30	64	9,8	7,50	30

BOULONS DE CHARPENTE

d	a	b	L_1
12	23	9	42
14	26	10	49
16	32	12	56
18	35	13	63
20	38	14	70
22	42	15	77
24	46	17	84
27	54	19	95
30	58	21	105

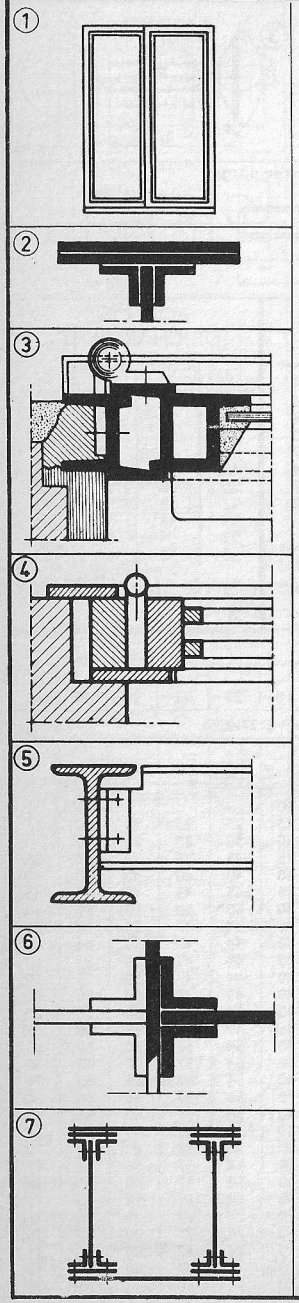
(d'après NF E 27-341) (fig. 5).

LONGUEURS DES BOULONS ET DES FILETAGES. Elles sont données ci-dessous sous réserve de la cote L_1 minimale pour les boulons de charpente.

L ↓	Diamètres 3 / 3,5	4 / 4,5	5 / 5,5	6 / 7	8 / 9	10 / 11	12	14	16	18	20	22	24	27	30
	Longueurs filetées L_1 (d'après NF E 27-026).														
10	10	10	10	10	10										
12	10	12	12	12	12	12									
16	12	14	16	16	16	16	16	16							
20	14	16	20	20	20	20	20	20	20	20					
25	15	17	19	21	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
30	16	18	20	22	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
35	16	18	20	22	25	28	30	35	35	35	35	35	35	35	35
40	16	18	20	22	25	28	30	34	40	40	40	40	40	40	40
45	16	18	20	22	25	28	30	34	37	45	45	45	45	45	45
50	16	18	20	22	25	28	30	34	37	40	50	50	50	50	50
55	16	18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	55	55	55
60	16	18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	50	60	60
65	16	18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	50	55	65
70	16	18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	50	55	60
75		18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	50	55	60
80		18	20	22	25	28	30	34	37	40	44	47	50	55	60
90		23	25	27	30	33	35	39	42	45	49	52	55	60	65
100			30	32	35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
110			30	32	35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
120				32	35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
130				32	35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
140				32	35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
150					35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
160					35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
170					35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
180					35	38	40	44	47	50	54	57	60	65	70
200						48	50	54	57	60	64	67	70	75	80
220						58	60	64	67	70	74	77	80	85	90
240							60	64	67	70	74	77	80	85	90
260								64	67	70	74	77	80	85	90
280								64	67	70	74	77	80	85	90
300									67	70	74	77	80	85	90

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

RÈGLES DE REPRÉSENTATION



Echelles.

Pour les dessins d'ensemble : **1/50**, 1/100.

Pour les dessins de détail : 1/20, **1/10**, 1/5, 1/2, 1 (de préférence 1/10).

Dessins d'ensemble.

Les profilés ou ensembles de profilés ne sont représentés que par leurs contours extérieurs principaux. Ils ne visent qu'à donner une idée de l'ensemble et les cotes principales (fig. 1).

Dessins de détail.

• Les profilés sont représentés schématiquement et, vu leur faible épaisseur, pochés en noir s'ils sont coupés (fig. 2 : coupe sur une poutrelle; fig. 3 : coupe sur un montant de fenêtre).

• Lorsque les profilés ont plus de deux à trois millimètres d'épaisseur sur le dessin, ils seront hachurés, lorsqu'ils sont coupés, mais toujours représentés schématiquement (fig. 4, montant de porte métallique).

• A grande échelle (1/2 et 1), les profilés seront dessinés exactement avec tous leurs congés, arrondis, etc. (fig. 5).

N.B. Afin de ne pas fausser l'échelle du dessin, dessiner les profilés (qui doivent être pochés) au crayon suivant les épaisseurs exactes et réserver des blancs de 0,2 à 0,3 *mm* lors de la mise à l'encre.

La figure 6 montre les deux étapes du dessin.

• Lorsque l'échelle est trop petite, les coupes deviennent des schémas de montage et on ne peut plus respecter l'échelle ni réserver des « blancs » (fig. 7).

Cotation. Repérage. Idem béton armé (B_1. 53).

Suivre les règles générales (voir B_1. 40 à 43).

Dans les dessins de détail il est impossible de coter toutes les pièces suivant les règles normales.

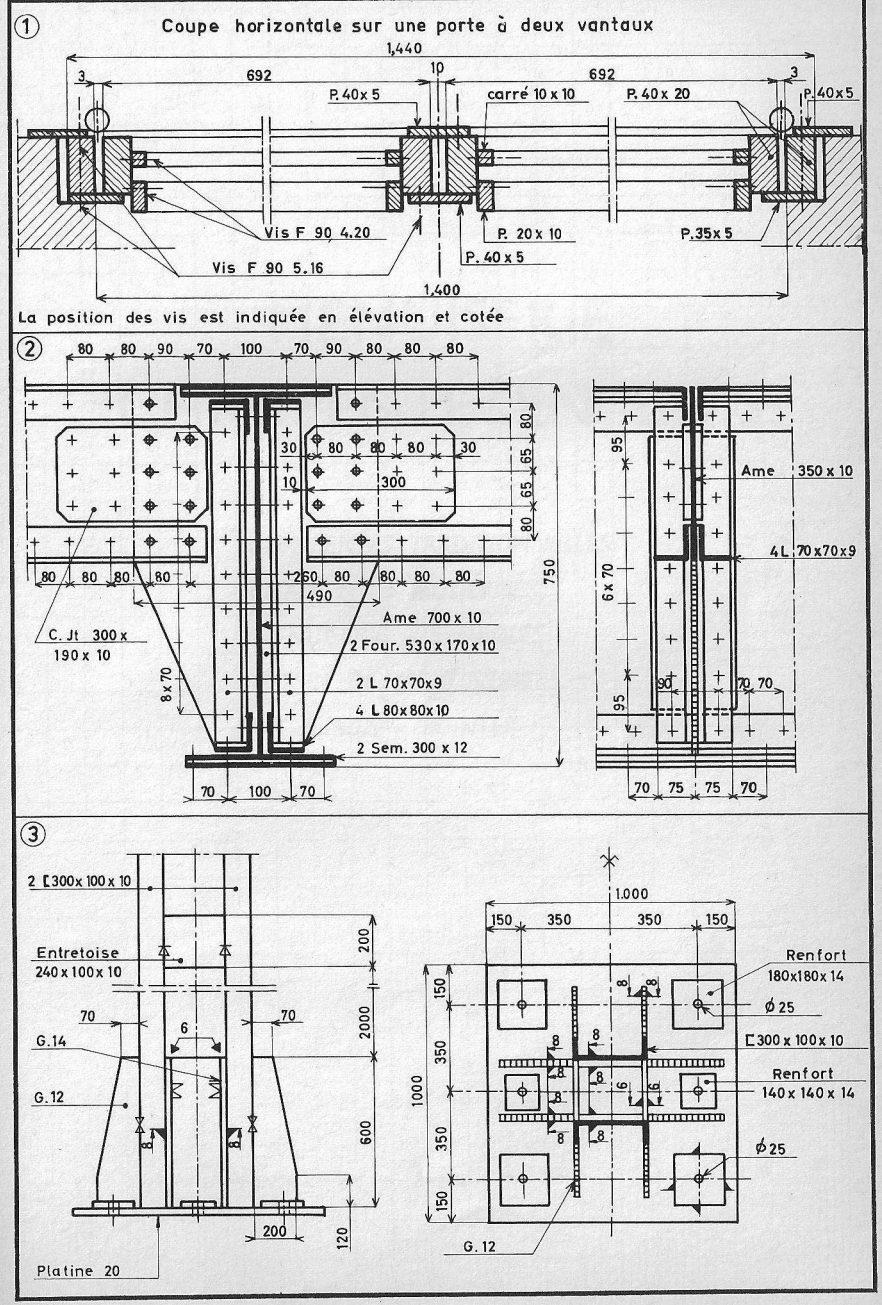
On réalisera une cotation simplifiée indiquée sur des lignes de rappel. Celle-ci comportera la dénomination de la pièce ou un symbole représentatif et l'indication dans l'ordre, de la longueur, largeur ou hauteur et épaisseur.

Symboles.

Cornière	**L**	Tôle	**Tôle**	Ame	**Ame**
Profil en Té ..	**T**	Plat	**P**	Gousset ..	**G**
Profil en I ...	**I**	Large plat	**LP**	Fourrure .	**Four.**
Profil en U ..	**⊂**	Rond	**ø**	Semelle ..	**Sem.**
Poutrelle en H	**H**	Carré	**Carré**	Couvre-joint etc.	**C. J^t.**

SERRURERIE - CHARPENTE MÉTALLIQUE

EXEMPLES DE DESSIN



MENUISERIE
CHARPENTE EN BOIS

CHARPENTES TRADITIONNELLES
CHARPENTES MODERNES
MENUISERIE - SYMBOLES
DESSIN DE MENUISERIE
VIS À BOIS - POINTES

MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

CHARPENTES TRADITIONNELLES

REPRÉSENTATION

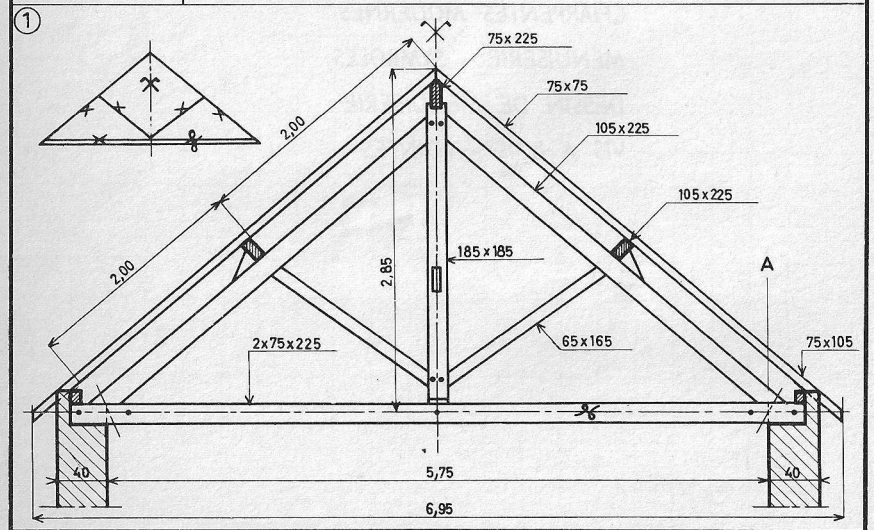
- Les charpentes traditionnelles sont constituées d'une manière générale à partir de pièces simples. Les assemblages se font bois sur bois et les pièces métalliques n'y jouent qu'un rôle très secondaire.
- C'est le charpentier qui tracera les assemblages (sauf cas particulier); de ce fait le dessin n'indique que les formes, dimensions générales et sections des bois (fig. 1).
- Pour les cas particuliers, des dessins de détail d'assemblages ou de coupes peuvent être nécessaires (fig. 2).

Echelles : couramment 1/50, 1/20, si nécessaire 1/10.
Pour les détails, 1/10 à 1.

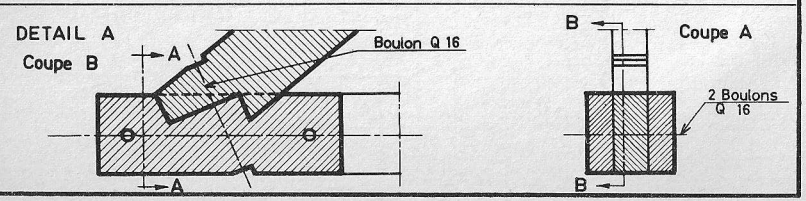
SYMBOLES DES DESSINS DE CHARPENTE.

Symbole.	**Signification.**
	Ligne de trave : ligne horizontale passant par le point le plus bas de la face supérieure des chevrons.
	Ligne d'axe : ligne verticale indiquant l'axe principal de la ferme. Elle passe par la ligne de faîtage.
	Ligne d'épure : ligne qui indique l'emplacement d'une pièce. Celle-ci est située, par rapport à la ligne, du côté du signe (fig. 1).

①



②



MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

CHARPENTES MODERNES (1)

REPRÉSENTATION

Les charpentes modernes sont généralement établies à partir de canevas triangulés précis, constitués d'éléments d'équarrissage minimal assemblés par des clous, des boulons, des ferrures ou de la colle. Elles sont capables de grandes portées.

Le dessin ne vise donc plus à représenter un dessin exact de l'ensemble mais une épure faisant apparaître clairement les éléments suivants (fig. 1) :

1. La triangulation;
2. Le repérage des nœuds par des lettres majuscules et des lignes d'épure par des chiffres.
3. La cotation des nœuds (dits points d'épure) en abscisses et ordonnées, par cotes cumulées;
4. La longueur des lignes d'épure. Celles-ci correspondent aux axes des pièces.

Pour permettre une meilleure compréhension du dessin, on représente parfois l'épure ci-dessous en dessinant les pièces telles qu'on les voit en élévation (voir B₁. 69, fig. 1).

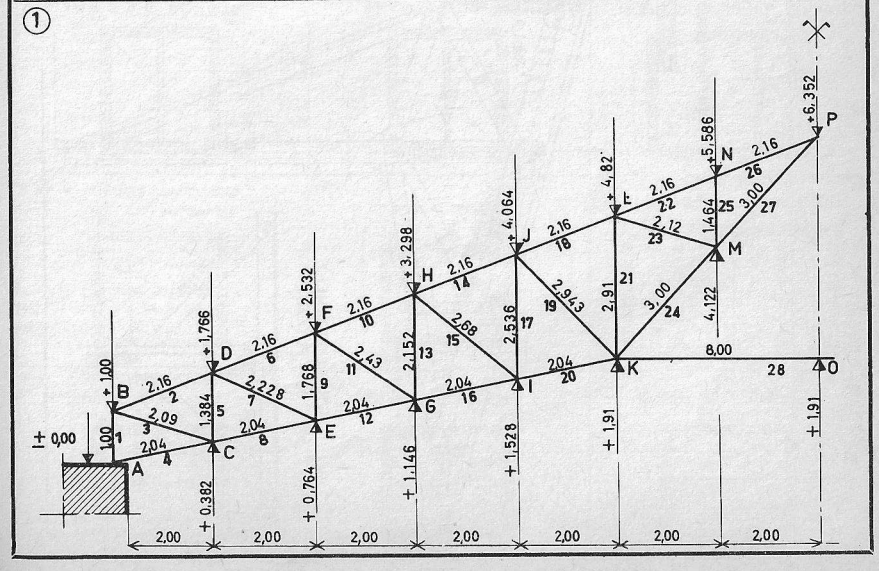
Echelles : couramment 1/50, 1/20, si nécessaire 1/100; pour les dessins de détail 1/10 à 1.

Détails. Les dessins d'ensemble sont obligatoirement complétés par les dessins de détail qui représentent les coupes sur les pièces et les assemblages des nœuds (voir B₁. 69, fig. 2 et B₁. 71).
Echelles : 1/10 à 1.

Hachures. Toutes les pièces étant en bois, on peut utiliser les hachures inclinées parallèles qui n'ont pour but que de différencier les pièces.

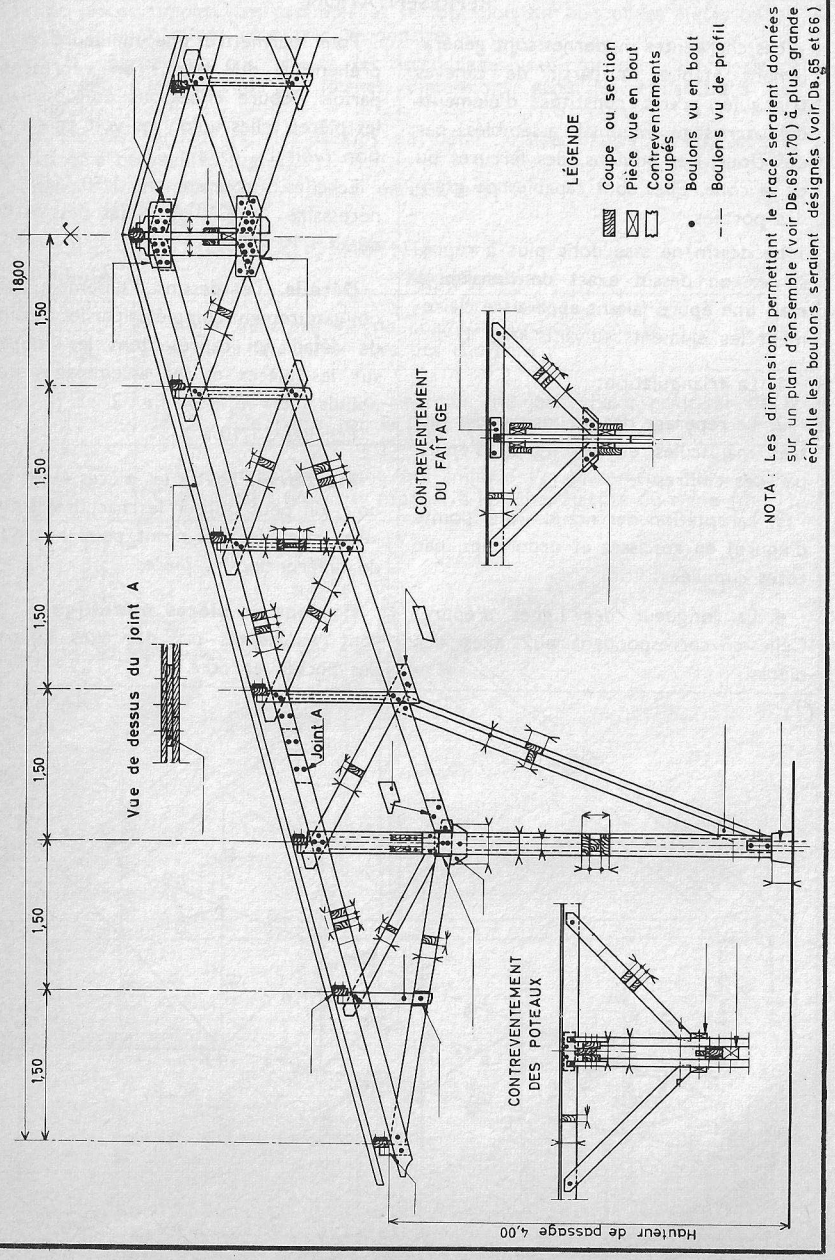
Boulons et pièces métalliques. Ils sont représentés par des axes ou par des pochés en noir.

①



MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

CHARPENTES MODERNES (2)



MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

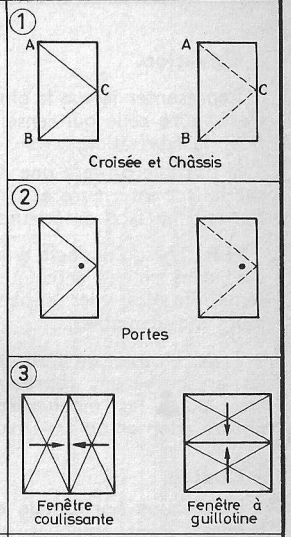
MENUISERIE : Symboles

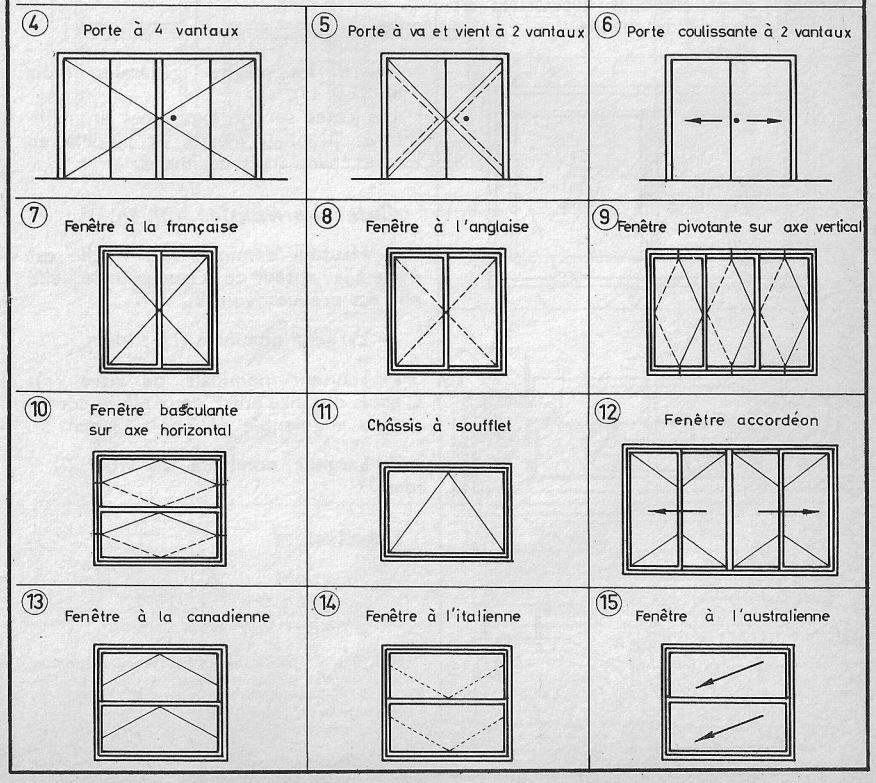
ÉLÉVATION DES PORTES, CROISÉES ET CHÂSSIS
(D'après NF. P. 02-012 et P. 24-101.)

Symboles généraux (fig. 1).

- Les traits AC et BC indiquent que les vantaux pivotent en AB avec manœuvre de fermeture en C (fig. 1).
- **Le trait continu** signifie :
  — pour les portes : ouverture en poussant;
  — pour les croisées et châssis : ouverture vers l'intérieur.
- **Le trait interrompu** signifie :
  — pour les portes : ouverture en tirant;
  — pour les croisées et châssis : ouverture vers l'extérieur.
- **Le point** indique, pour les portes, la position de la béquille et le vantail s'ouvrant en premier (fig. 2).
- **La croix** en trait continu et **la flèche** indiquent qu'il s'agit d'un châssis à guillotine ou coulissant (fig. 3). La flèche seule peut suffire.

EXEMPLES D'APPLICATION





MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

DESSINS DE MENUISERIE (1)

Elévation.

Représenter la vue la plus importante, c'est-à-dire celle qui renseigne le mieux pour la fabrication.

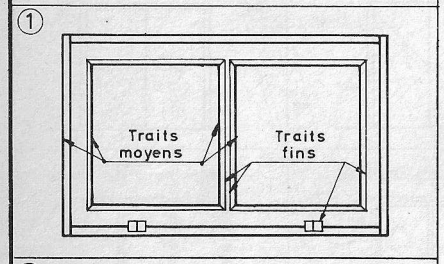
Si possible on fera une demi-élévation sur la face intérieure et une demi-élévation sur la face extérieure (B1. 74).

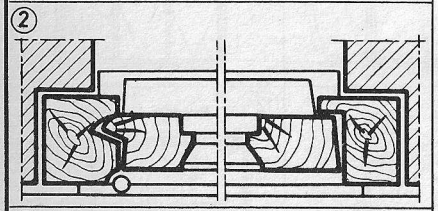
N.B. Lorsqu'il s'agit d'un dessin exécuté dans un but artistique, ou de présentation, des vues entières sont toujours indispensables.

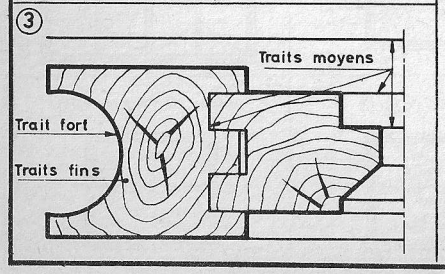
Trait. Utiliser un trait moyen; toutes les arêtes seront représentées; toutefois, pour les moulurations fines, on pourra adopter un trait plus fin (fig. 1).

Coupes.

Une coupe horizontale et une coupe verticale sont toujours nécessaires et parfois plusieurs de chaque.







Elles sont représentées à plus grande échelle que l'élévation et les distances entre les pièces de menuiserie sont raccourcies (fig. 2).

Trait. Utiliser un trait fort pour cerner les pièces coupées. (Ces pièces peuvent être composées de plusieurs bois assemblés); un trait moyen indiquera les pièces non coupées ou les contours des bois assemblés pour former une pièce (fig. 3).

Détails.

Ils sont représentés comme les coupes, mais à plus grande échelle.

Hachures. Elles sont facultatives lorsque l'ouvrage est entièrement réalisé en bois.

Cotation.

Suivre les règles générales (voir B1. 41 à 43).

Les cotes seront exprimées en millimètres jusqu'au mètre, et au-delà en mètres, avec trois décimales.

Cotes nominales. (B1. 74).

— **Hauteur nominale** (H) : Elle est égale à la hauteur de la baie pour laquelle elle est prévue (voir B1. 74).

— **Largeur nominale** (L) : idem.

— **Hauteur nominale de vitre** (h). C'est la distance entre deux pièces consécutives augmentée de 2 fois 13 *mm*.

— **Largeur nominale de vitre** (l) : idem.

Echelles.

— Elévations : 0,05, 0,1 ou plus.
— Coupes : 0,1, 0,2, 0,5, 1.
— Détails : 0,5, 1, 2.

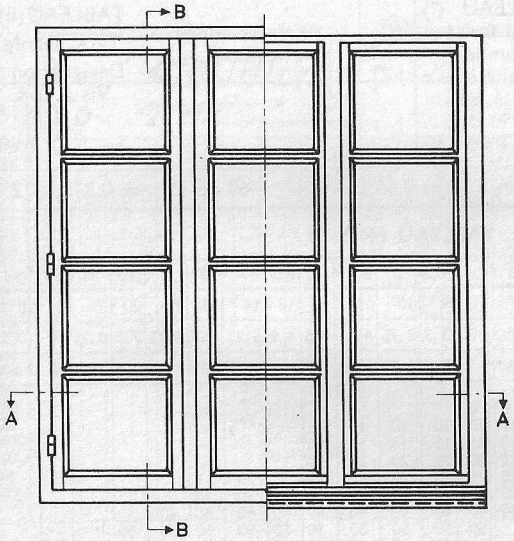
N.B. Il n'est pas toujours nécessaire de donner les détails des pièces d'utilisation courante. Des numéros de référence à la norme P 23.459 suffisent. (Voir B2 62 à 65, Technor Bâtimemt 2.) Ces numéros seront indiqués dans des cercles en trait fin (B1. 74).

MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

DESSINS DE MENUISERIE (2)

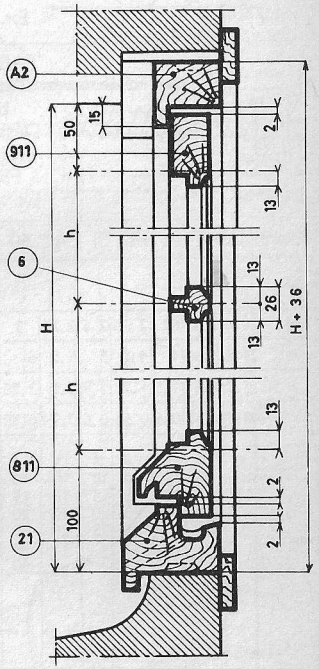
H = Hauteur nominale de baie
h = Hauteur nominale de vitre
L = Largeur nominale de baie
l = Largeur nominale de vitre
N = Nombre de petits bois horizontaux
n = Nombre de petits bois verticaux

$h = \frac{H - 150}{N + 1}$ $l = \frac{L - 350}{3(n+1)}$



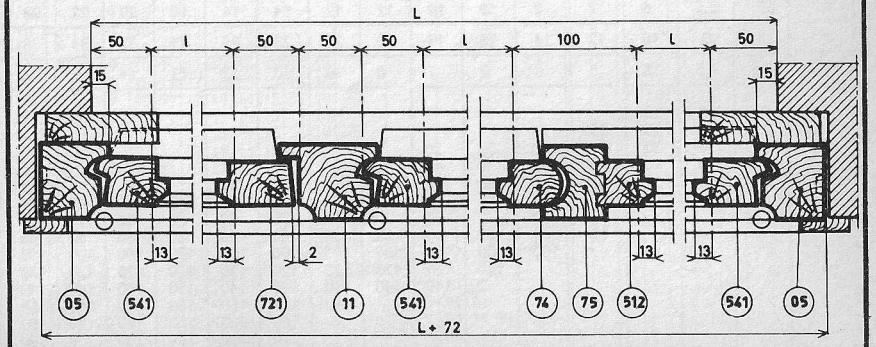
1/2 Élévation intérieure 1/2 Élévation extérieure

ÉLÉVATION



COUPE B B

COUPE A A



MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

VIS À BOIS

① Vis à tête ronde

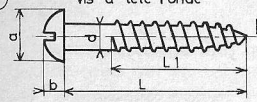


TABLEAU (I)
Tête ronde
Désignation :
Vis à bois R d.L
Ex. : **R 8.60**

② Vis à tête fraisée

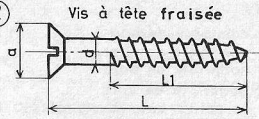


TABLEAU (I)
Tête fraisée
Désignation :
Vis à bois F/90 d.L
Ex.: **F/90 8.60**

③ Vis à tête fraisée bombée

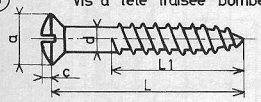


TABLEAU (I)
Tête fraisée bombée
Désignation :
Vis à bois FB/90 d.L
Ex. : **FB/90 8.60**

④ Vis à tête carrée

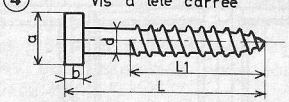


TABLEAU (II)
Tête carrée
Désignation :
Vis à bois Q d.L
Ex. : **Q. 8.60**

Pour toutes ces vis : Si $L \leqslant 60$ on a $L_1 = 0{,}66\ L$; si $L > 60$ on a $L_1 = 0.33\ L + 20$

TABLEAU N° I

d	1,6	1,8	2	2,25	2,5	2,75	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	14
a	3,2	3,6	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	22	24	28
b	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,25	2,6	3	3,3	3,75	4,1	4,5	4,9	5,25	6	6,75	7,5	8,25	9	10,5
c	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7	0,75	0,9	1	1,1	1,25	1,35	1,5	1,6	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,50
L	6	6	6	6	6	6	6	6	6												
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10									
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15								
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20								
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25						
							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30					
							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				
									50	50	50	50	50	50	50	50	50	50			
										60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
											70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
													80	80	80	80	80	80	80	80	80
													100	100	100	100	100	100	100	100	100
														120	120	120	120	120	120	120	120
																140	140	140	140	140	140
																			160	160	160

TABLEAU N° II

d	5	5,5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24
a	8	9	10	12	14	16	17	19	21	23	26	29	32	35	38
b	4,5	4,5	5	5	6	7	7	8	9	10	12	13	14	15	17
L	20	20	20												
	25	25	25	25	25										
	30	30	30	30	30	30	30								
	40	40	40	40	40	40	40	40	40						
	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50				
			60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
				70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
				80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
					100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
						120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
							140	140	140	140	140	140	140	140	140
									160	160	160	160	160	160	160
										180	180	180	180	180	180
										200	200	200	200	200	200

MENUISERIE - CHARPENTE EN BOIS

POINTES

Les désigner par leur appellation suivie de leur longueur en millimètres et de leur diamètre en dixièmes de millimètres.

Dans les tableaux ci-dessous : L (en *mm*) et D (en 0,1 *mm*).

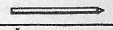
Pointes à tête plate

L	Diamètres (D)										
22	20										
24	20										
27	20	22	24	27							
30	20	22	24	27							
35	20	22	24	27	30						
40	20	22	24	27	30						
45	20	22	24	27	30						
50	20	22	24	27	30	34					
55		22	24	27	30	34					
60			24	27	30	34					
70				27	30	34	39				
80				27	30	34	39	44			
90						34	39	44			
100							39	44	49		
110								44	49	54	59
125									49	54	59
140										54	59	64
160										54	59	64	70
180												64	70
200												64	70

Pointes a tête large

L	Diamètres (D)										
22	20										
24	20										
27	20	22	24	27							
30	20	22	24	27	30						
35	20	22	24	27	30						
40	20	22	24	27	30	34					
45	20	22	24	27	30	34					
50	20	22	24	27	30	34					
55		22	24	27	30	34					
60			24	27	30	34					
70				27	30	34	39				
80					30	34	39	44			
90						34	39	44			
100								44	49		
110									49	54	
125									49	54	
140										54	59	64
160											59	64

Pointes sans tête à placage



L	D			
14	6	7	8	9

Pointes sans tête de vitrier

L	D			
18	11	12	13	14
20	11	12	13	14

Pointes à ardoises

L	D			
22	20	22		
24	20	22	24	
27		22	24	27
30				27

Pointes fines à tête plate

L	Diamètres (D)									
8	7	8	9	10	11	12				
10	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
12	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
14	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18
16			9	10	11	12	13	14	15	16	18
18			9	10	11	12	13	14	15	16	18
20				10	11	12	13	14	15	16	18
22					11	12	13	14	15	16	18
24					11	12	13	14	15	16	18
27					11	12	13	14	15	16	18
30							13	14	15	16	18
35								14	15	16	18
40									15	16	18
45											18
50											18
55											
60											
70											
80											
100											

Pointes à tête d'homme

normales

fines

L	Diamètres (D)											
8												
10												
12												
14												
16												
18												
20												
22	20											
24	20											
27	20	22	24									
30	20	22	24	27								
35	20	22	24	27								
40	20	22	24	27	30							
45	20	22	24	27	30							
50	20	22	24	27	30							
55		22	24	27	30	34						
60			24	27	30	34						
70				27	30	34						
80					30	34	39					
100								44	49			

L	Diamètres (D)											
8												
10												
12				10	11	12	13	14	15			
14	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
16		8	9	10	11	12	13	14	15			
18		8	9	10	11	12	13	14	15	16		
20			9	10	11	12	13	14	15	16	18	
22				10	11	12	13	14	15	16	18	
24				10	11	12	13	14	15	16	18	
27				10	11	12	13	14	15	16	18	
30					11	12	13	14	15	16	18	
35							13	14	15	16	18	
40								15	16	18		
45										18		
50										18		
55												
60												
70												
80												
100												

SANITAIRE
CHAUFFAGE
COUVERTURE

CANALISATIONS • POMPES • COMPTEURS • ROBINETTERIES • SIPHONS • BOUCHES • MESURES • RÉGULATION • RACCORDEMENTS • ACCESSOIRES • RÉSERVOIRS • GÉNÉRATEURS • ÉCHANGEURS • SYMBOLES DES FLUIDES • TEINTES DES TUYAUTERIES • COUVERTURE : DESSIN • PENTES

B1 77 — SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE
CANALISATIONS - POMPES - COMPTEURS

CANALISATIONS

1 Canalisation vue		2 Canalisation cachée	
3 Canalisation en avant du plan de coupe		4 Canalisation en avant du plan de coupe et en combles	

N.B. Sur les schémas, on peut différencier les canalisations en utilisant des traits de genres différents ou de diverses épaisseurs.

CANALISATIONS : ALTÉRATIONS DIVERSES

5 Croisement sans mélange		6 Point fixe	
7 Support à libre dilatation		8 Lyre de dilatation	
9 Joint de dilatation		10 Calorifuge	

FONCTION DE LA CANALISATION

11 Tuyau d'alimentation / Tuyau de retour		12 Sens de pente pour la purge	sens ascendant

COMMANDE - RÉGULATION

13 Liaison (sans précision)		14 Liaison par fluide	
15 Liaison mécanique		16 Liaison électrique	

CONDUITES VERTICALES VUES EN PLAN

17 Conduite d'alimentation	● ou	18 Conduite de retour	● ou
19 Descente d'eaux pluviales	○	20 Chute d'eaux ménagères	
21 Chute de water-closet	●	22 Chute unique	● U

POMPES - VENTILATEURS - COMPRESSEURS

23 Symbole général		24 Pompe centrifuge	
25 Pompe volumétrique		26 Ventilateur	
27 Compresseur		28 Ventilateur (si confusion possible avec pompe)	V

29 COMPTEURS

Ch.	G	E.F.	E.c	V	Aco	Eco	FO
de chaleur	de gaz	d'eau froide	d'eau chaude	de vapeur	d'air comprimé	d'eau condensée	de fuel-oil

SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE
ROBINETTERIES - SIPHONS - BOUCHES — B1 78

ROBINETTERIE

1 Robinet à soupape	ou	2 Robinet vanne	ou
3 Robinet d'equerre	ou	4 Robinet à trois voies	ou
5 Robinet à tournant droit		6 Robinet à tournant d'équerre	
7 Robinet à tournant 3 voies	2 lumières	8 Robinet à tournant 3 voies	3 lumières
9 Robinet d'équilibrage droit	ou	10 Robinet d'équilibrage d'équerre	ou
11 Soupape de sûreté	ou	12 Vanne police	ou
13 Robinet à papillon	ou	14 Groupe de sécurité	

MELANGEURS - MITIGEURS

15 Mitigeur thermostatique		16 Melangeurs	fixe / orientable
		17 Mitigeur manuel	ou

ROBINETTERIE DE PUISSAGE

18 Robinets de puisage fixes	froid / chaud	19 Douches	fixe / orientable
20 Robinets de puisage orientables	froid / chaud	21 Robinets à gaz porte-caoutchouc	1, 2 ou 3 embouts

CLAPETS

22 Clapet d'arrêt		25 Clapet de non retour	
23 d° taré		26 d° taré	
24 d° à dash-pot	DP	27 d° à dash-pot	DP

BOUCHES D'ARROSAGE

28 Bouche d'arrosage		29 d° incongelable	

ROBINETTERIE D'INCENDIE

30 Bouche d'incendie	B.I	31 Poteau d'incendie	P.I
32 Poste armé	P.A.	33 Grinnell Sprinkler	G S

SIPHONS DE SOL - BOUCHES

34 Siphon de sol	ou	35 Siphon de sol à panier	P ou P
36 Bouche à grille	ou	37 Bouche de trottoir	caniveau

SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE

ROBINETTERIES-MESURES-RÉGULATION

① ROBINETS À :

		SOUPAPE	VANNE	TOURNANT	PAPILLON
SYMBOLES GÉNÉRAUX →					
ROBINETTERIE : Symboles dérivés	Commande directe manuelle				
	Commande mécanique à distance				
	Commande électrique				
	Commande par fluide				
	Commande par moteur				
	Commande par flotteur				

N.B. Le trait symbolisant la tuyauterie peut toujours traverser le symbole.
Les symboles ci-dessus peuvent être reliés aux détecteurs à l'aide des traits symbolisant ces liaisons (voir page 2).

② POSITION D'OUVERTURE DES ROBINETS (si nécessaire)

Normalement ouvert						
Normalement fermé						

MESURE _ ENREGISTREMENT _ RÉGULATION

③	MESURE	ENREGISTREMENT	RÉGULATION
Symboles généraux			

On placera dans le cercle du symbole général les lettres ci-dessous précisant les grandeurs contrôlées.

DÉBIT	D
FLAMME	F
HYGROMÉTRIE	H
TEMPS (HORLOGE)	Ho
NIVEAU	N
PRESSION-DÉPRESSION	P
QUANTITÉ (voir compteurs page 2)	
TEMPÉRATURE	T

EXEMPLES D'APPLICATION

④ Indicateur de niveau — N

⑤ Thermomètre enregistreur — T

⑥ Thermostat — T

⑦ Manostat — P

SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE

RACCORDEMENTS - ACCESSOIRES

RACCORDEMENTS : symboles généraux

① par filetage	ou côté mâle	② par brides	
③ par soudure		④ par emboîture	côté mâle

RACCORDEMENTS : pièces diverses

⑤ Bouchons	mâle femelle	⑥ Manchons	
⑦ Longue vis		⑧ Raccord union	
⑨ Mamelon		⑩ Réduction	
⑪ Té	ou	⑫ Coude	ou

EXEMPLES D'APPLICATION

⑬ Robinet raccordé sorties mâles		⑭ Robinet raccordé sorties femelles	
⑮ Robinet raccordé par brides		⑯ Robinet raccordé par soudure	
⑰ Robinet raccordé par brides à visser		⑱ Robinet raccordé par brides soudées	

N.B. On utilisera de préférence le symbole de raccordement par filetage, le plus simple, sauf s'il est nécessaire de préciser les côtés mâles ou femelles.

ACCESSOIRES DIVERS POUR FLUIDE

⑲ Filtre à décantation		⑳ Event	ou
㉑ Purgeur d'eau		㉒ Purgeur d'air	
㉓ Bouteille de purge		㉔ Pot de condensation	
㉕ Séparateur de liquide		㉖ Séparateur de vapeur	
㉗ Détendeur ou réducteur		㉘ Surpresseur	
㉙ Anti-bélier		㉚ Signal d'alarme	
㉛ Vidange visible siphonnée		㉜ Siphon de sécurité	
㉝ Diaphragme Opercule		㉞ Equilibrage	
㉟ Venturi	ou	㊱ Crépine	
㊲ Antivibratile		㊳ Moteur	ou M
㊴ Contrôleur de purge			

SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE

RÉSERVOIRS - GÉNÉRATEURS - ÉCHANGEURS

RÉSERVOIRS - TRAITEMENT DES EAUX

① Réservoir sous pression (vase d'expansion)		② Réservoirs sans pression	Ouvert / Fermé
③ Vase d'expansion ouvert		④ Appareil de traitement de l'eau	

GÉNÉRATEURS

⑤ Symbole général du foyer		⑥ Symbole général de la chaudière	
⑦ Chaudière alimentée par trémie à gravité		⑧ Chaudière et brûleur ou avant - foyer à combustible solide	
⑨ Chaudière et brûleur, à combustible liquide ou gazeux		⑩ Chaudière électrique (chauffage par résistance)	
⑪ Générateur de vapeur		⑫ Générateur à air chaud (aérocalorifère)	

ÉCHANGEURS

⑬ Échangeur (chaud ou froid)	⑭ Échangeur (eau sanitaire)	⑮ Chauffe-eau à gaz puissance 125 millithermies par minute	G 125 mth/mn
		⑯ Chauffe-eau électrique à accumulation	127 V 1,2 kW 100 l

N.B. - Les spécifications complémentaires des fig. 15 - 16 sont facultatives

SURFACES DE CHAUFFE

⑰ Radiateur	⑱ Convecteur	⑲ Plinthe chauffante	⑳ Panneau incorporé (dessinés à l'échelle)
㉑ Tuyau à ailettes		㉒ Gouttière rayonnante	

INSTALLATIONS SANITAIRES ET THERMIQUES

SYMBOLES DES FLUIDES - TEINTES DES TUYAUTERIES

SYMBOLES DES FLUIDES

EAU		AIR		GAZ	
Symbole général	**E**	**Symbole général**	**A**	**Symbole général**	**G**
Eau glacée	**Eg**	Air neuf	**An**	Gaz de ville	**Gv**
Eau froide	**Ef**	Air soufflé	**As**	Gaz naturel	**Gn**
Eau mitigée	**Em**	Air recyclé	**Ar**	Gaz butane	**Gbu**
Eau chaude	**Ec**	Air repris	**Arp**	Gaz propane	**Gp**
Eau surchauffée	**Es**	Air aspiré	**Aa**	Gaz air-propané	**Gap**
Eau usée	**Eu**	Air extrait	**Aex**	Gaz brulés	**GB**
Eau pluviale	**Ep**	Air perdu	**Ap**	FUELS-OILS	
Eau d'incendie	**Ei**	Air rejeté	**Arj**	**Symbole général**	**FO**
Eau de lavage	**El**	Air filtré	**Afi**	Fuel-oil domestique	**FOD**
Eau traitée	**Et**	Air primaire	**A1**	Fuel-oil léger	**FOL**
Eau condensée	**Eco**	Air secondaire	**A2**	Fuel-oil lourd n° 1	**FO 1**
Eau stérilisée	**Est**	Air vicié	**Av**	Fuel-oil lourd n° 2	**FO 2**
Eau de chute de WC	**Ew**	Air chaud	**Ac**	ÉLECTRICITÉ	
VAPEUR		Air froid	**Af**	Symbole général	**e**
Symbole général	**V**	Air humidifié	**Ah**	DIVERS	
Vapeur basse pression	**Vbp**	Air comprimé	**Aco**	Gaz-oil	**GO**
Vapeur haute pression	**Vhp**	Air mélangé	**Am**	Fumées	**F**
Vapeur sous vide	**Vsv**	Air conditionné	**AC**	Saumure	**S**
Vapeur surchauffée	**Vs**	Air d'infiltration	**Ai**		

- Ces symboles seront utilisés pour le calcul des projets. Dans les dessins et schémas, on ne les emploiera que si la variété possible de traits ne permet plus de distinguer les divers fluides ou pour éviter des confusions.
- Ils seront inscrits au long des traits représentant les canalisations autant de fois qu'il le faut pour la bonne lisibilité du document, et à la sortie de tous les appareils représentés.

NF D'APRÈS X 08-100. TEINTES CONVENTIONNELLES DES TUYAUTERIES

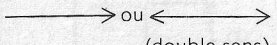
1° TEINTES DE FOND

Elles s'appliquent sur tout ou partie de la longueur de la tuyauterie.

Eau	Vert
Vapeur d'eau	Gris argent
Huiles-fuels	Brun
Gaz	Ocre jaune
Acides bases	Violet
Air	Bleu clair
Autres liquides	Noir

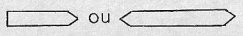
SENS D'ÉCOULEMENT

a) sur teinte continue



(double sens)

b) sur teinte discontinue terminer la teinte en pointe de flèche.



(double sens)

2° TEINTES D'IDENTIFICATION

Elles s'appliquent sous forme d'anneaux ou rectangles.

Eau distillée, épurée, déminéralisée	Rose
Eau potable	Gris clair
Eau non potable	Noir
Huiles-fuels	
Pt éclair < 55 °C	Vert clair
Pt éclair ⩾ 55 °C	Bleu foncé
lubrifiants	Jaune
Gas combustibles	Rose
Acétylène	Marron clair
Ammoniac	Vert clair
Argon	Jaune
Azote	Noir
Fréons	Vert foncé
Oxygène	Blanc

3° TEINTES D'ÉTAT

Elles s'appliquent sous forme d'anneaux ou rectangles accolés aux précédents (voir 2°).

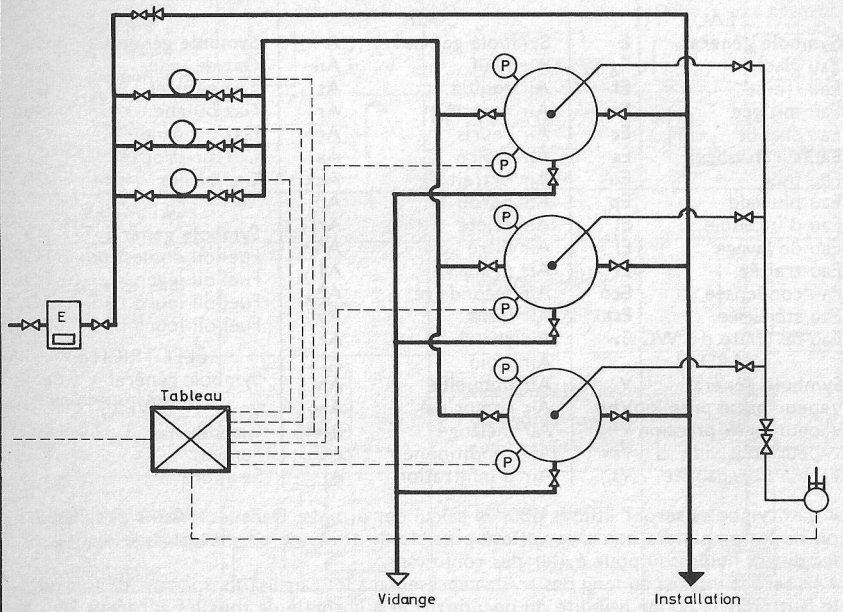
Chaud	
Surchauffé	Orangé
Froid	
Refroidi	Violet
Gaz liquéfié	Rose
Gaz raréfié	Bleu clair
Pollué-vicié	Brun
Sous pression	Rouge

On consultera si nécessaire :
- X 08-102 Teintes des robinetteries de laboratoires.
- X 08-104 Teintes des tuyauteries des usines sidérurgiques.
- X 08-105 d° usines chimiques.

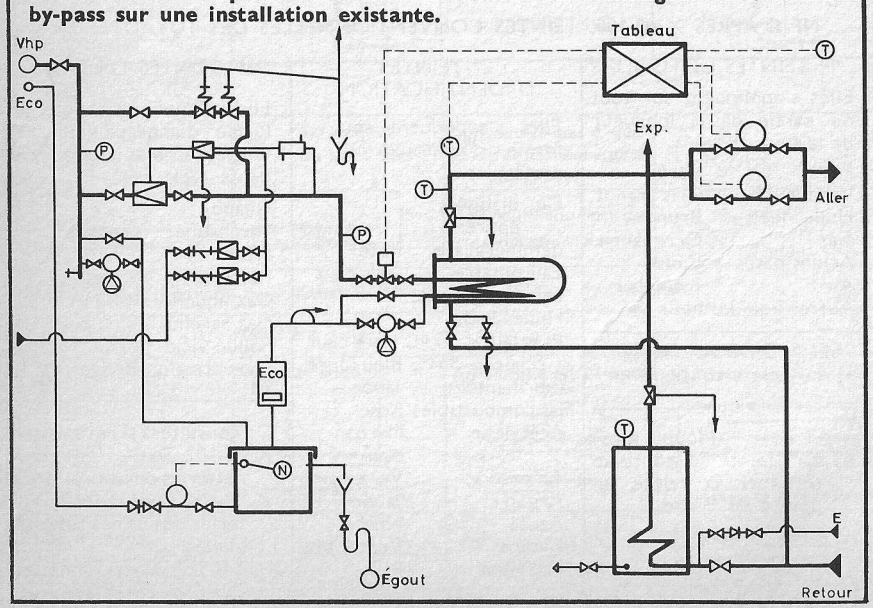
SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE

EXEMPLES DE SCHÉMAS

1. Schéma d'un groupe hydropneumatique.



2. Schéma d'un poste de détente alimentant un échangeur raccordé en by-pass sur une installation existante.



SANITAIRE - CHAUFFAGE - COUVERTURE

COUVERTURE : GÉNÉRALITÉS - TRAITS

Généralités.

Il faut distinguer pour la représentation deux sortes de matériaux :

• 1. Les matériaux en feuilles ou en plaques de grand format.

Ex. : zinc, cuivre, plomb, aluminium, acier galvanisé, acier inoxydable, fibrociment et matière plastique, pour lesquelles on représentera les limites visibles des éléments.

• 2. Les matériaux de petit format et l'étanchéité.

Ex. : tuiles, ardoises et matériaux d'étanchéité pour lesquels on ne représentera que les contours des surfaces couvertes et leurs arêtes.

Indication du type et du matériau de couverture.

Elle sera portée dans le titre ou en légende.

Lorsqu'il y a plusieurs matériaux, ces indications seront portées sur les surfaces couvertes ou en rappel.

Ex. : zinc de 0,66. Simple agrafure F. 2,00 × 0,65 *m* (F = Feuille).

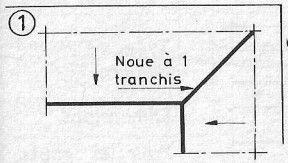
Tuiles à emboîtement double 13/*m*²; liteaunage 345 *mm*.

Indication de la nature des ouvrages.

De nombreux ouvrages ne peuvent être représentés sur les dessins.

Ex. : Noue à un tranchis sur ardoise, faîtage en lignolet, etc.

Dans ce cas porter l'indication sur une ligne de rappel (fig. 1).



Dessin. Trois sortes de documents : les **plans**, les **coupes** et les **détails.**

Échelles. Adopter :

Pour les plans : 1/100, 1/50 et si nécessaire 1/20;
Pour les coupes : 1/50; de préférence 1/20, 1/10;
Pour les détails : 1/10, 1/5, 1/2, 1.

TRAITS :		Objet
Trait continu fort	———	Contours des surfaces, des versants couverts, des souches, ventilations, châssis et pénétrations diverses.
Trait continu moyen	———	Dessin des matériaux et ouvrages.
Trait interrompu court moyen	- - - - -	Contours extérieurs cachés des murs et des bâtiments.
Trait interrompu long moyen	— — —	Arêtes horizontales des revêtements d'étanchéité.
Trait continu fin	———	Cotation, lignes de rappel, hachures.

Dessins de détail.

Ce sont des coupes ou des sections. Ces dessins se conforment aux règles générales du dessin et de la cotation. Tous les matériaux de couverture et d'étanchéité y seront représentés pochés en noir. On sera amené généralement à augmenter les épaisseurs et espacements pour représenter les matériaux minces qui ne seront plus, de ce fait, dessinés à l'échelle.

B_1 85 — COUVERTURE : COTATION - REPRÉSENTATIONS

Cotation des plans de couverture.

Indiquer au moins les cotes suivantes.

1. Dimensions des versants : en projection horizontale.

Dimensions des versants : en vraie grandeur.

S'il n'y a pas de coupe; donner les cotes en vraie grandeur sur les plans. Faire suivre les chiffres d'un trait incliné, ou de la lettre R.

Ex. : 1,50/, 4,80 R, signifie 1,50 *m* ou 4,80 *m* mesuré sur le versant.

2. Dimensions d'entre-axes des tasseaux ou joints debouts.

3. Dimensions des parties visibles des feuilles en vraie grandeur et suivant le versant.

4. Longueur, largeur et profondeur des ouvrages de récolte.

5. Position et dimensions de toutes les pénétrations par rapport aux contours des versants et axes des faîtages.

6. Position des axes des moignons des descentes.

7. Valeurs des pentes des versants et ouvrages de récolte.

8. Niveaux (surtout pour les plans d'étanchéité).

REPRÉSENTATIONS ET DÉSIGNATIONS

Objet	Représentations	Désignations
Ouvrages de récolte — Chéneaux ou gouttières. — Point haut d'un chéneau ou d'une gouttière. — Ressauts des chéneaux et gouttières. — Coupure avec joint de dilatation sur chéneaux et gouttières.		Type. Matière. Dimensions. Pour les gouttières seulement. P. 36-402.
Noues. — Noue à deux versants. — Noue à tasseau.		Type, Matière. Dimensions.
Descentes d'eaux pluviales. Tuyau de descente. Elévation. Plan. Avec crapaudine.		Diamètre. Matière. Pour l'amiante-ciment: NF P 16-403. Pour le zinc: NF P 36-403.
Cuvette d'évacuation d'eaux pluviales. En élévation.		Type. Matière. Diamètre. NF P 36-401. 36-406.

COUVERTURE : REPRÉSENTATIONS - ÉTANCHÉITÉ — B_1 86

REPRÉSENTATIONS et DÉSIGNATIONS (suite)

Objet	Représentations	Désignations
Descentes d'eaux pluviales (suite)		
Tuyau de descente avec nez soudé		Type. Matière. Dimensions.
Tuyau de descente avec collier et bague soudée		Collier. NF P 37-406.
Tuyau de descente avec collier et deux bagues soudées		Bagues. NF P 36-405.

Divers

Joints debout, axe des tasseaux, etc.		Chatière..... NF P 37-410.	
Ressauts		Marche	
Faîtage.....	ou	Crochet..... NF P 37-403.	J
Solin		Châssis ..... Désignation; type et dimensions : A × B. NF P 37-407. P 37-408.	A B
Souche et besace...			
Ventilation	V ou V	Pente	10/100

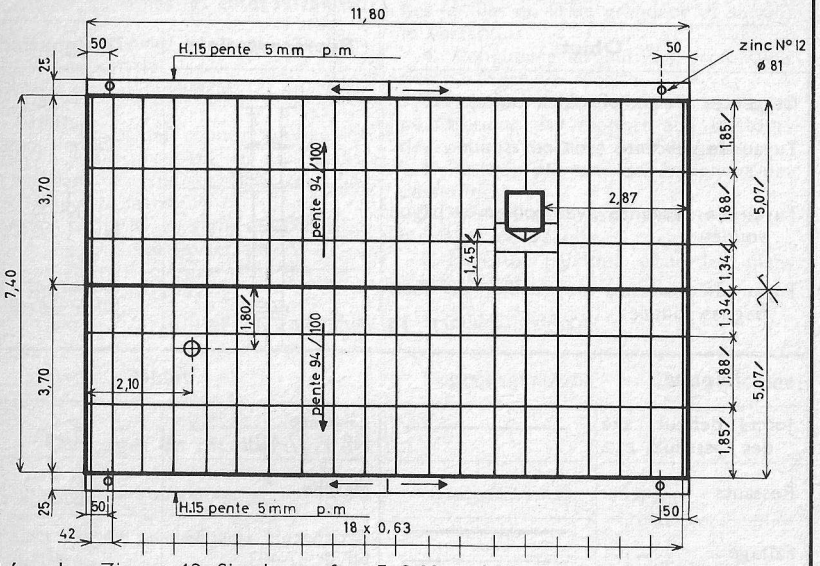
Étanchéité

Arêtes horizontales.		**Niveaux** : Coter les niveaux à partir du point le plus bas de l'ouvrage. Généralement c'est le bord d'un moignon de descente pluviale. Ce point sera le niveau 0,00 (zéro). Toutes les autres cotes de niveau seront donc positives et cotées en centimètres jusqu'au mètre, et au-delà, en mètres.
Noues.....		
Niveau zéro.....	± 0,00 ou ± 0	
Autres niveaux	+ 12 ou + 12	
Joint de dilatation .	J.D.	

N.B. Les représentations ci-dessus seront autant que possible dessinées à l'échelle.
Les désignations seront indiquées sur les ouvrages ou sur des lignes de rappel les rattachant à ces derniers.
On consultera utilement les Normes P 30 - 101 et 201.

B1 87 — COUVERTURE : Etanchéité (Exemples)

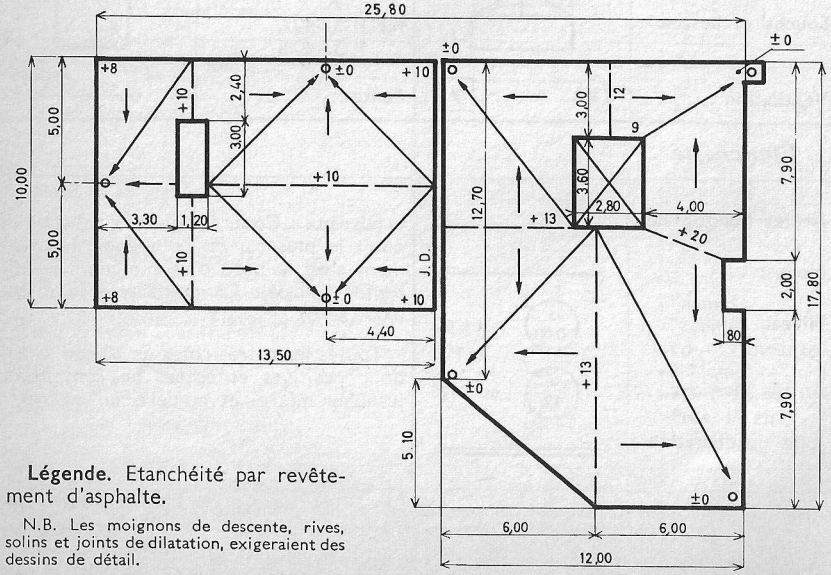
Exemple d'application : PLAN DE COUVERTURE EN ZINC.



Légende : Zinc n° 12. Simple agrafure F. 2.00 × 0,65 m.

N.B. Les chéneaux et rives exigeraient des dessins de détail.

Exemple d'application : PLAN DE TERRASSE.

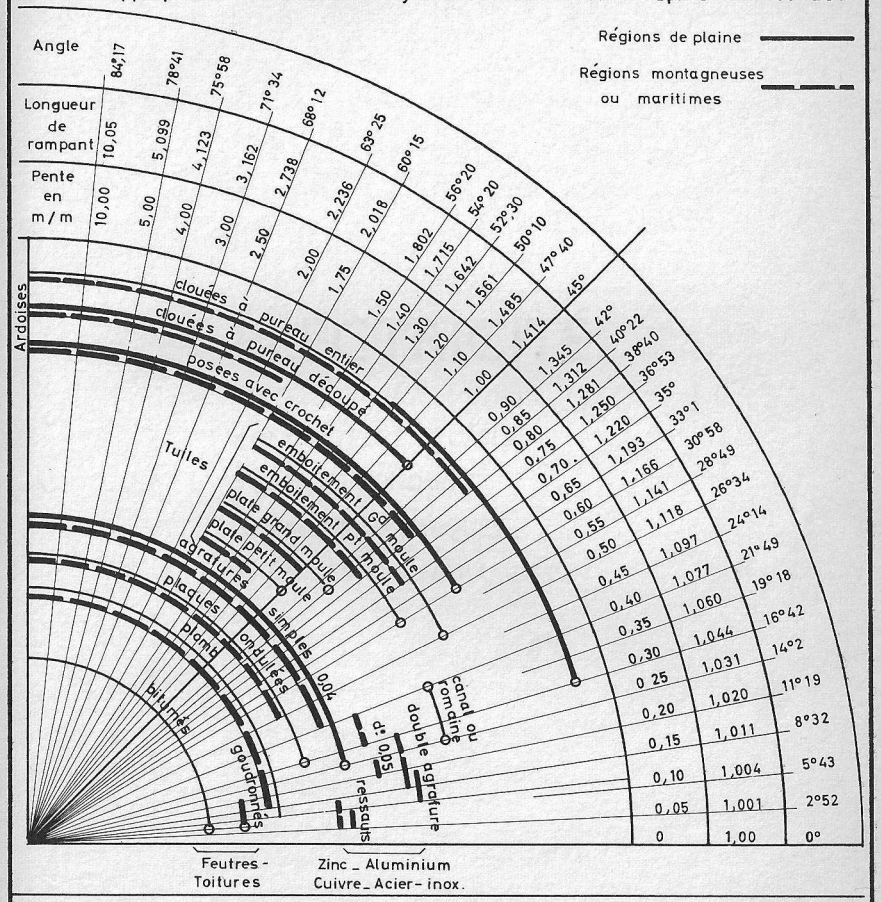


Légende. Etanchéité par revêtement d'asphalte.

N.B. Les moignons de descente, rives, solins et joints de dilatation, exigeraient des dessins de détail.

LES PENTES DE COUVERTURE — B1 88

Pentes appropriées aux différents systèmes de couverture d'après NF P 30-201



VALEURS MINIMALES DES RECOUVREMENTS — COUVERTURE EN ARDOISES

Pente du comble		Régions de plaine			Régions maritimes - montagneuses		
		Ardoises clouées		Ardoises posées au crochet	Ardoises clouées		Ardoises posées au crochet
en mètres	en degrés	Pureau entier	Pureau découpé		Pureau entier	Pureau découpé	
0,30	16,4	135					
0,40	21,5	110					
0,50	26,4	100					
0,60	31	90		100			
0,80	38,4	80		85	90		100
1,00	45	75	95	80	80		95
1,20	50,1	70	90	75	80		90
1,40	54,3	70	85	70	75		85
1,60	58	65	85	70	75		85
1,80	61	65	80	65	70	100	80
5,90	80,1	60	75	60	70	90	75
Verticale	90	60	75	60	70	90	70

ÉLECTRICITÉ

CONDUCTEURS ET CÂBLES

TUBES ET CONDUITS

SYMBOLES GRAPHIQUES

EXEMPLES : SCHÉMA, DESSIN

ÉLECTRICITÉ

CONDUCTEURS ET CÂBLES

La dénomination complète des conducteurs et câbles doit comporter les indications suivantes : (suivre sur la figure 2). (D'après U.T.E.).

— Normalisé ou non	voir tableau ci-dessous ligne 1.
— Tension nominale en volts	— — — 2.
— Nature de l'âme	— — — 3.
— Nature de l'enveloppe isolante	— — — 4.
— Nature de la gaine de bourrage	— — — 5.
— Nature de la gaine intérieure	— — — 4.
— Nature du revêtement métallique de protection	— — — 6.
— Nature de la gaine extérieure	— — — 4.
— Indication de forme	— — — 7.

Ces indications sont données par des lettres ou chiffres dans l'ordre de l'énumération ci-dessus. Exemple : U-500 VGVFV (fig. 2).

N.B. Un conducteur ne comprend pas toujours tous les éléments ci-dessus, la dénomination retenue indique ses caractéristiques (fig. 1).

(1) Exemple :

U 500 S C 1N

U. Normalisé
500 volts
Cuivre
S. Souple
Ç. Caoutchouc pur
1. La gaine d'assemblage et de protection forme bourrage
N. Polychloroprène ou équivalent

(2)

Âme
Enveloppe isolante
Gaine de bourrage
Gaine intérieure
Revêtement métallique de protection
Gaine extérieure
Forme

TABLEAU I

SIGNIFICATION DES LETTRES ET CHIFFRES

1	U Normalisé	U fait l'objet de prescriptions provisoires.		
2	250 - 500 - 1000			
3	S Câbles souples (est à indiquer après la tension)	Pas d'indication. Âmes rigides en cuivre	A Aluminium	
4	B Butyle vulcanisé	C Caoutchouc vulcanisé		2 ou 3 Porté avant la désignation d'une gaine ou d'une enveloppe signifie : 2 : épaisse 3 : très épaisse
	Ç Caoutchouc pur	E Polyéthylène		
	J Papier imprégné	K Silicone		
	N Polychloroprène ou équivalent	R Polyéthylène réticulé		
	V Polychlorure de vinyle	X Isolant minéral		
5	G Matière élastique ou plastique formant gaine de bourrage.			
	0 Aucun bourrage ou bourrage indépendant de la gaine.			
	1 La gaine d'assemblage et de protection forme bourrage.			
	A Aluminium	P Plomb	F Feuillards ou fils d'acier	
6	Z Zinc ou autre métal	T Revêtement extérieur en textile.		
7	Aucune indication : forme ronde	M Câble méplat		

ÉLECTRICITÉ

TUBES ET CONDUITS

TUBES : SYMBOLISATION DES CONDUITS (d'après U.T.E.)

Les différents types de conduits sont désignés par des groupes de lettres et de chiffres résumant leurs caractéristiques.

1er groupe : 3 lettres et 1 chiffre

1re lettre : elle correspond à l'**isolement** ..... M = sans isolement (Métal nu). F = isolement intérieur (Fourreau). I = isolement par matériau utilisé (Isolé)

2e lettre : elle correspond au **façonnage** ..... R = Rigide (cintrage à l'outil). C = Cintrage à la main. S = Souple.

3e lettre : elle correspond à la **résistance mécanique** ..... B = Blindé (haute résistance). O = Ordinaire (résistance moyenne). D = Déformable et cintrable par compression.

Le chiffre correspond au **degré de protection** contre les dommages mécaniques ..... **3 - 5 - 6 - 7 - 9** (voir tableau ci-dessous).

2e groupe de lettres

Donne les **autres qualités** des conduits ..... A = Anticorrosion. P = Non Propagateur de la flamme. E = Etanche.

CLASSIFICATION DES CONDUITS EN FONCTION DE LEUR RÉSISTANCE MÉCANIQUE (Tableau 1)

L'U.T.U. propose la classification ci-contre (Tableau 1). Elle a pour effet de rendre les conduits IRO et ICO plus résistants qu'auparavant ce qui permet leur emploi dans de nombreux cas où ils étaient prohibés.

Résistance mécanique des conduits		Type de conduits		Résistance à l'écrasement Force appliquée (Newtons)	Résistance aux chocs Energie de choc (Joules)
Ecrasement	Degré de protection contre les dommages mécanique	Désignation ancienne	Désignation nouvelle		
Ordinaire (O) ...	3	FRO	**FRO3**	100	0,5
	5	IRO ICO	**IRO5 ICO5**	750	2
Déformable (D) ..	6	ICD	**ICD6**	400	6
Blindé (B)	7	MSB	**MSB7**	1 500	6
	9	MRB	**MRB9**	4 000	20

EXEMPLES de désignations courantes.

1) Tubes Ordinaires (à résistance mécanique moyenne).

— **Rigides** en tôle plombée **(FRO3 - PE)**; en plastique PVC **(IRO5 - APE)**.

— **Souples** en acier ondulé **(FCO5 - PE)**, en plastique PVC **(ICO5 - APE)**,

2) Tubes déformables (ployables et compressibles).

— **Inflammables,** en Polyéthylène **orange,** avec ou sans tire-fils **(ICD6 - AE)**

— **Non propogateur de la flamme,** en polyéthylène **gris** avec ou sans tire-fils **(ICD6 AP - E).**

) Tubes blindés (à haute résistance mécanique).

— **Rigides,** en acier émaillé **(MRB9 - PE).**

— **Souples,** en acier spiralé — **non étanches (MSB7 - P),** — **étanches** avec gaine plastique **(MSB7 - APE),**

QUELQUES DÉNOMINATIONS SPÉCIFIQUES DES TUBES

IRO5 - APE	ICO5 - APE	ICD7 - AE	ICD7 - APE	MSB7 - P	MSB7 - APE
TUBAFROID RIGITUB 5 PLASTITUB	CINTRO PLAST SOUPLITUB 5 ICOFLEX	TUBE ORANGE ISORANGE FLEXITUB (orange)	TUBE GRIS ISOGRIS FLEXITUB (gris)	CAPRIFLEX SERMOFLEX	CAPRIPLAST SERMOPLAST
TUBISELEC	HEKUFLEX	JANOLENE (orange)	JANOLENE (gris)		
SIGALEC ISELEC POLYREC	INOFLEX HACOFLEX	INOTUB	INOGRIS		

SECTIONS DES CONDUCTEURS en mm² (NF C-15100)

1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240

ÉLECTRICITÉ

SYMBOLES GRAPHIQUES

Désignation	Symboles Schémas	Symboles Implantation
— Conducteur ou faisceau ou canalisation ou ligne électrique.		
— Conducteur ou faisceau flexible		
— Interdépendance entre les éléments		
— Conducteur neutre.		
— Conducteur de terre	T	
— Conducteur relié à la masse.....	M	
Connections et croisements		
— Connections	● ou ○	
— Croisement sans raccordement électrique		
— Croisement avec connection électrique		
— Dérivation.....		
— Tableau de contrôle.		
— Compteur d'énergie (en watt-heure)	Wh	
— Appareil de raccordement		
— Appareil de jonction.		
— Appareil de dérivation		
— Boîte d'extrémité ..		
— Groupement d'appareils (tableau, pupitre, armoire, coffret, etc.)		
— Appareil de mesure : a) indicateur ..... b) enregistreur	a (V) b [W]	la lettre indique la nature de la mesure

Désignation	Symbole Unifilaires	Symbole Multifilaires
Canalisations		
— Deux conducteurs..	2x10mm²	
— Trois conducteurs..		
— n conducteurs ..... (indiquer le nombre n).	n	n traits
— Exemple : Canalisation triphasée à 4 conducteurs dont 1 N.		
— Terre		

Désignation	Schéma	Implantation
Prises de courant		
— Symboles généraux (chiffre = Nombre de phases) :		2
— 2 phases + terre...	T	2 + T
— 2 phases + N + T..	T	2+N+T
Appareils produisant, transformant ou accumulant L'E Eque		
— Génératrice.	G	
— Pile : (Pôle positif : trait long et fin - Pôle négatif trait court et gras)		
— Batterie de piles ou accumulateurs ..... ou		
— Indiquer si nécessaire le nombre et les caractéristiques des éléments	7 éléments Cd. Ni. 200Ah	
— Transformateur		
— Redresseur		
Appareils d'utilisation		
— Moteur électrique (symbole général)..	M	
— Moteur asynchrone.	M	
— Moteur synchrone..	MS	
— Ventilateur		

ÉLECTRICITÉ

SYMBOLES GRAPHIQUES

Désignation	Symboles Schémas	Symboles Implantation
Appareils d'interruption		
— Symbole général (Interrupteur)		
— Commutateur « va et vient »		
— Commutateur à double allumage ..	I	I
— Commutateur à 2 directions avec arrêt.	II	II
— Inverseur	III	III
— Interrupteur à lampe témoin		
Boutons poussoirs		
— Action = contact...		
— Action = coupure..		
Appareils de protection		
NB. On peut porter sur ces symboles le courant nominal.		
— Coupe-circuit à fusible		
— Coupe-circuit à fusible à lampe témoin.		
— Disjoncteur symbole général		
Appareils d'éclairage		
— Symbole général ..		
— à incandescence....		
— à luminescence ou fluorescence	pd	pd
— Rampes = S. général		
= à incandescence.		
= à luminescence.. ou fluorescence.	pd	

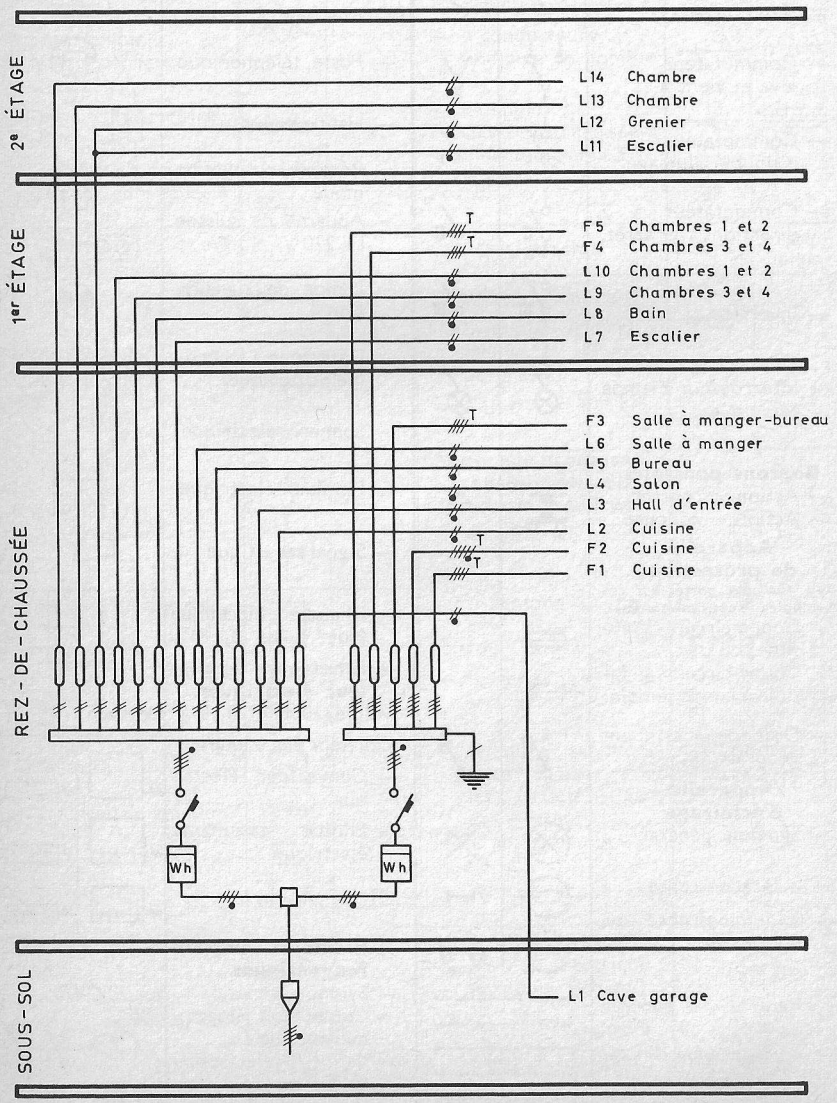
Désignation	
— Serrure à commande électrique	
— Rhéostat	
— Poste téléphonique.	
— Haut-parleur.....	
— Récepteur radiophonique	
— Appareil de cuisson. Ex 220 V - 4 kW....	220 V 4 kW
— Lampe de signalisation	
— Détecteur d'incendie (vélocipédique).....	dθ/dt
— Sonnerie électrique .	
— Ronfleur électrique.	
— Signal acoustique ...	
— Chaudière électrique (voir aussi B1 81).	
— **Émetteurs de chaleur électriques.** (voir également B1 81)	Elévation / Vue de dessus
Radiateur électrique :	
— Convecteur électrique	
— Plinthe chauffante électrique	
— Chauffe-eau	
— **Éléments électromagnétiques**	Voir B1 81 N°16
— Symbole général ...	
— Contacteur électromagnétique	
— Vanne électromagnétique (voir également B1-79).....	

ÉLECTRICITÉ

EXEMPLE DE SCHÉMA GÉNÉRAL

Les schémas généraux indiquent dans leurs grandes lignes la répartition des circuits et les équipements généraux.

Ils peuvent comporter les indications suivantes : Nature des conducteurs (voir B_1 89). Nature des tubes et conduits (voir B_1 90). Section des conducteurs. Tension-Courant nominaux des protections. Éventuellement mode de pose.



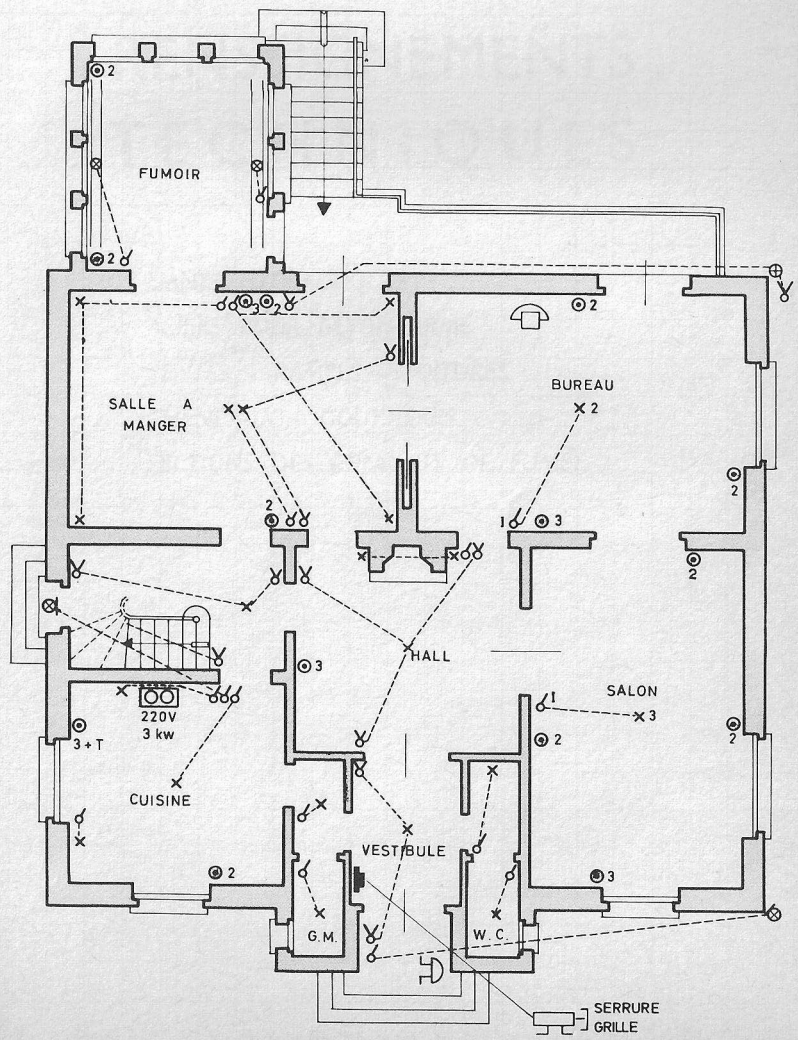
ÉLECTRICITÉ

EXEMPLE DE DESSIN D'IMPLANTATION

Couleurs d'identification.

On peut différencier les circuits en utilisant pour les tracés diverses couleurs ou conventions de remplacement comme dans le cas du présent dessin.

Circuits	*Couleurs*	*Conventions*
Eclairage	*vert*	- - - - - - - -
Force motrice...	*orange*	//////////
Cuisson, chauffage	*rouge*	néant
Energie de nuit .	*bleu*	néant
Très basse tension	*jaune*	



RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

LIANTS HYDRAULIQUES

ACIERS POUR BÉTON ARMÉ

PENTES - RAMPES - TOITURES

CHÉNEAUX - GOUTTIÈRES

SECTIONS DES CONDUITS DE FUMÉE

B_1 95

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

LIANTS HYDRAULIQUES

NORME A.F. NOR 10/1967	DENOMINATION	SYMBOLE de Marquage	Résistance min. gar. en bar à 7 Jours	Résistance min. gar. en bar à 28 J.	Teneur en Laitier Cendres etc. en %	Particularités d'emploi	EMPLOI PREFERENTIEL
P 15-302	Ciments portlands.	CPA 250	160	250	0	Emploi facile.	Travaux publics. Béton armé. Chapes. Enduits.
		CPA 325	210	325	0		
		CPAL 250	160	250	15 ± 5		
		CPAL 325	210	325	15 ± 5		
		CPAC 250	160	250	15 ± 5		
		CPAC 325	210	325	15 ± 5		
		CPAZ 250	160	250	15 ± 5		
		CPAZ 325	210	325	15 ± 5		
		CPALC 250	160	250	15 ± 5		
		CPALC 325	210	325	15 ± 5		
		CPALZ 250	160	250	15 ± 5		
		CPALZ 325	210	325	15 ± 5		
		CPA 400	315	400	0	Emploi facile. Attention au retrait.	Idem mais résistance plus élevée en travaux à décoffrage rapide.
		CPAL 400	315	400	7,5 ± 2,5		
		CPAC 400	315	400	7,5 ± 2,5		
		CPAZ 400	315	400	7,5 ± 2,5		
		CPALC 400	315	400	7,5 ± 2,5		
		CPALZ 400	315	400	7,5 ± 2,5		
		CPA 500	355	500	0		R. très élevé.
P 15-303	Ciments portlands de fer.	CPF 250	160	250	30 ± 5	Décoffrage moins rapide que C.P.A.	B.A. courant. Travaux idem C.P.A.
		CPF 325	210	325	30 ± 5		
P 15-304	Ciments de haut fourneau.	CHF 250	160	250	70 ± 5	Pour les travaux aériens maintenir l'humidité.	Travaux souterrains. Travaux à la mer. En eaux résiduelles nocives.
		CHF 325	210	325	70 ± 5		
P 15-305	Ciments de laitier au clinker.	CLK 250	160	250	80 ± 5	Faible chaleur d'hydratation. Maintenir l'humitidé.	Travaux de masse. Fondations. Barrages : En eaux : marines, séléniteuses, agressives, industrielles.
		CLK 325	210	325	80 ± 5		
P 15-306	Ciments de laitier à la chaux.	CLX 100	50	100	⩾ 70	A éviter en élévation.	Fondations. Travaux souterrains peu importants. En milieux humides.
		CLX 160	100	160	⩾ 70		
P 15-307	Ciments à maçonner.	CM 160	100	160	≃ 50	Ne jamais employer pour B.A.	Travaux aériens. Hourdages (pas de B.A.).
		CM 250	160	250	≃ 50		
P 15-308	Ciments naturels.	CN 160 ou CN	100	160	0	Connaître les résultats.	Travaux particuliers suivant produits.
P 15-309	Liants à maçonner.	LM 100 ou LM	50	100	≃ 50	Faible résistance.	Briquetage. Travaux courants. Agglomérés légers.
P 15-310	Chaux hydrauliques.	XHN 60	30	60	⩽ 40	Faibles charges. Etanches par la carbonatation de l'hydrate de chaux.	Gros béton. Fondations. Maçonnerie. Enduits. Sous-enduit. Mortiers-bâtards. Solins. Embarrures.
		XHN 100	50	100	⩽ 40		
		XHN 30	10	30	⩽ 40		
P 15-311	Ciments métallurgiques mixtes.	CMM 250	160	250	50 ± 5	Maintenir l'humidité.	B.A. en milieu peu agressif.
		CMM 325	210	325	50 ± 5		
P 15-313	Ciments sursulfatés.	CSS 325	210	325	≈ 80	Maintenir l'humidité.	Travaux de masse. Idem. C.L.K., mais résistance élevée.
		CSS 400	315	400	≈ 80		

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

ACIERS POUR LE BÉTON ARMÉ

B_1 96

Ø en mm	Poids en kgp/m	SECTIONS (en mm²) POUR N BARRES									
		1 barres	2 barres	3 barres	4 barres	5 barres	6 barres	7 barres	8 barres	9 barres	10 barres
• 5	0,154	19,6	39,2	58,9	78,5	98,1	118	137,4	157	176	196
• 6	0,222	28,3	56,5	84,8	113	141,4	169	197,9	226	254	283
7	0,302	38,5	77	115	154	192,4	231	269,4	308	346	385
• 8	0,394	50,3	100	150	201	251,3	301	351,8	402	452	503
9	0,499	63,6	127	190	254	318,7	381	445,3	509	572	636
• 10	0,616	78,5	157	235	314	392,5	471	549,8	628	707	785
11	0,746	95	190	285	380	475	570	665	760	855	950
• 12	0,887	113	226	339	452	565	678	792	904	1018	1131
13	1,042	133	265	398	531	664	796	929	1062	1195	1327
14	1,208	154	308	462	616	770	924	1078	1232	1385	1539
• 15	1,387	177	353	530	707	883	1060	1237	1414	1590	1767
16	1,578	201	402	603	804	1005	1210	1407	1613	1815	2017
17	1,781	227	454	681	908	1135	1362	1589	1816	2043	2270
18	1,997	254	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	2545
19	2,225	283	567	851	1134	1418	1701	1985	2268	2552	2835
• 20	2,466	314	628	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	3142
21	2,718	346	693	1039	1385	1732	2078	2424	2771	3117	3464
22	2,984	380	760	1140	1521	1901	2281	2661	3041	3421	3801
24	3,551	452	905	1357	1810	2262	2714	3167	3619	4071	4524
• 25	3,853	491	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	4909
26	4,167	531	1062	1593	2124	2655	3186	3716	4247	4778	5309
28	4,833	616	1231	1847	2463	3079	3694	4310	4926	5542	6157
30	5,549	707	1414	2121	2827	3534	4241	4948	5654	6362	7069
• 32	6,313	804	1608	2413	3217	4021	4825	5630	6434	7238	8042
• 40	9,864	1257	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	12566

• *Dimensions préférentielles.*

Diamètre Ø (en mm)	SURFACES EXTÉRIEURES (en mm²) POUR DES LONGUEURS DE:									
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
• 5	157	314,1	471,2	628,3	785,4	942,0	1099	1256	1413	1571
• 6	188,5	377,0	565,5	754,0	942,5	1131	1319	1508	1696	1885
7	219,9	439,8	659,7	879,6	1099	1319	1539	1759	1979	2199
• 8	251,3	502,7	754,0	1005	1256	1508	1759	2010	2262	2513
9	282,7	565,5	848,2	1131	1413	1696	1979	2262	2545	2827
• 10	314,2	628,3	942,5	1256	1571	1885	2199	2513	2827	3142
11	345,6	691,2	1037	1382	1728	2073	2419	2765	3110	3456
• 12	377	754,0	1131	1508	1885	2262	2639	3016	3393	3770
13	408,4	816,8	1225	1634	2042	2450	2859	3267	3676	4084
14	439,8	879,6	1319	1759	2199	2639	3079	3518	3958	4398
• 15	471,2	942,5	1414	1885	2356	2827	3299	3770	4241	4712
16	502,6	1005	1508	2010	2513	3016	3518	4021	4524	5026
17	534,1	1068	1602	2136	2670	3204	3738	4272	4806	5341
18	565,5	1131	1696	2262	2827	3393	3958	4524	5089	5655
19	596,9	1194	1790	2387	2984	3581	4178	4775	5372	5969
• 20	628,3	1256	1885	2513	3141	3770	4398	5026	5655	6283
21	659,7	1319	1979	2639	3298	3958	4618	5278	5937	6597
22	691,1	1382	2073	2764	3455	4147	4838	5529	6220	6911
24	754	1508	2262	3016	3770	4524	5278	6032	6786	7540
• 25	785,4	1571	2356	3141	3927	4712	5498	6283	7068	7854
26	816,8	1633	2450	3267	4084	4901	5717	6534	7351	8168
28	879,6	1759	2639	3518	4398	5278	6157	7037	7917	8796
30	942,5	1885	2827	3770	4712	5655	6597	7540	8482	9425
• 32	1005	2010	3016	4021	5026	6032	7037	8042	9047	10053
• 40	1256	2513	3770	5026	6283	7539	8796	10053	11309	12566

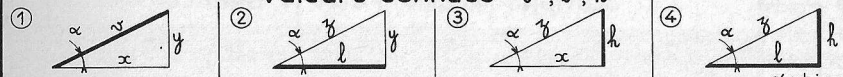
• *Dimensions préférentielles.*

B_1 97

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

PENTES - RAMPES - TOITURES (1)

Valeurs connues v, ℓ, h



① $x = v.\cos\alpha$ $\quad y = v.\sin\alpha$

② $y = \ell.\mathrm{tg}\,\alpha$ $\quad z = \ell.\sec\alpha$

③ $z = h.\mathrm{cosec}\,\alpha$ $\quad x = h.\mathrm{cotg}\,\alpha$

④ $\mathrm{tg}\,\alpha = h/\ell$ $\quad \alpha$ est inconnu $\quad z$ = voir fig.2.3

Voir tables des sinus et cosinus (Doc 15 et 16), des tangentes et cotangentes (Doc 17 et 18).

SÉCANTE 0° à 90°

Degrés	minutes 0	10	20	30	40	50	60	
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0001	1,0001	89
1	1,0001	1,0002	1,0002	1,0003	1,0004	1,0005	1,0006	88
2	1,0006	1,0007	1,0008	1,0009	1,0010	1,0012	1,0013	87
3	1,0013	1,0015	1,0016	1,0018	1,0020	1,0022	1,0024	86
4	1,0024	1,0026	1,0028	1,0030	1,0033	1,0035	1,0038	85
5	1,0038	1,0040	1,0043	1,0046	1,0049	1,0052	1,0055	84
6	1,0055	1,0058	1,0061	1,0064	1,0068	1,0071	1,0075	83
7	1,0075	1,0078	1,0082	1,0086	1,0090	1,0094	1,0098	82
8	1,0098	1,0102	1,0106	1,0111	1,0115	1,0120	1,0124	81
9	1,0124	1,0129	1,0134	1,0139	1,0144	1,0149	1,0154	80
10	1,0154	1,0159	1,0164	1,0170	1,0175	1,0187	1,0187	79
11	1,0187	1,0192	1,0198	1,0204	1,0210	1,0217	1,0223	78
12	1,0223	1,0229	1,0236	1,0242	1,0249	1,0256	1,0263	77
13	1,0263	1,0269	1,0277	1,0284	1,0291	1,0298	1,0306	76
14	1,0306	1,0313	1,0321	1,0329	1,0336	1,0344	1,0352	75
15	1,0352	1,0360	1,0369	1,0377	1,0385	1,0394	1,0402	74
16	1,0402	1,0411	1,0420	1,0429	1,0438	1,0447	1,0456	73
17	1,0456	1,0466	1,0475	1,0485	1,0494	1,0504	1,0514	72
18	1,0514	1,0524	1,0534	1,0544	1,0555	1,0565	1,0576	71
19	1,0576	1,0586	1,0597	1,0608	1,0619	1,0630	1,0641	70
20	1,0641	1,0652	1,0664	1,0676	1,0687	1,0699	1,0711	69
21	1,0711	1,0723	1,0735	1,0747	1,0760	1,0772	1,0785	68
22	1,0785	1,0798	1,0810	1,0823	1,0837	1,0850	1,0863	67
23	1,0863	1,0877	1,0890	1,0904	1,0918	1,0932	1,0946	66
24	1,0946	1,0960	1,0974	1,0989	1,1004	1,1018	1,1033	65
25	1,1033	1,1048	1,1063	1,1079	1,1094	1,1110	1,1126	64
26	1,1126	1,1141	1,1157	1,1174	1,1190	1,1206	1,1223	63
27	1,1223	1,1239	1,1256	1,1273	1,1290	1,1308	1,1325	62
28	1,1325	1,1343	1,1361	1,1378	1,1390	1,1415	1,1433	61
29	1,1433	1,1452	1,1470	1,1489	1,1508	1,1527	1,1547	60
30	1,1547	1,1566	1,1586	1,1605	1,1625	1,1646	1,1666	59
31	1,1666	1,1686	1,1707	1,1728	1,1749	1,1770	1,1791	58
32	1,1791	1,1813	1,1835	1,1856	1,1878	1,1901	1,1923	57
33	1,1923	1,1946	1,1969	1,1992	1,2015	1,2038	1,2032	56
34	1,2032	1,2085	1,2109	1,2134	1,2158	1,2182	1,2207	55
35	1,2207	1,2232	1,2257	1,2283	1,2308	1,2334	1,2360	54
36	1,2360	1,2386	1,2413	1,2440	1,2466	1,2494	1,2521	53
37	1,2521	1,2548	1,2576	1,2604	1,2632	1,2661	1,2690	52
38	1,2690	1,2719	1,2748	1,2777	1,2807	1,2837	1,2867	51
39	1,2867	1,2898	1,2928	1,2959	1,2990	1,3022	1,3054	50
40	1,3054	1,3086	1,3118	1,3150	1,3183	1,3216	1,3250	49
41	1,3250	1,3283	1,3317	1,3351	1,3386	1,3421	1,3456	48
42	1,3456	1,3491	1,3527	1,3563	1,3599	1,3636	1,3673	47
43	1,3673	1,3710	1,3748	1,3785	1,3824	1,3862	1,3901	46
44	1,3901	1,3940	1,3980	1,4020	1,4060	1,4101		45
	60	50	40	30	20	10	0	Degrés
	minutes							

COSÉCANTE 45° à 90°

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

PENTES - RAMPES - TOITURES (2)

B_1 98

Les relations données ci-contre (B.97) et Doc. 15, 16, 17 et 18 permettent d'obtenir par simple lecture les valeurs inconnues en mètres lorque les valeurs connues sont égales à 1 mètre.

Exemple: *Longueur de rampant par mètre de projection horizontale d'une toiture inclinée à 40 degrés.*

$z = \ell.\sec\alpha$ *(B.97_fig.2)*

$z = 1 \times \sec 40° = 1{,}3054$

SÉCANTE 45° à 90°

Degrés	minutes 0	10	20	30	40	50	60	
45	1,4142	1,4183	1,4225	1,4267	1,4309	1,4352	1,4395	44
46	1,4395	1,4439	1,4483	1,4527	1,4572	1,4617	1,4662	43
47	1,4662	1,4708	1,4755	1,4801	1,4849	1,4896	1,4944	42
48	1,4944	1,4993	1,5042	1,5091	1,5141	1,5191	1,5242	41
49	1,5242	1,5293	1,5345	1,5397	1,5450	1,5503	1,5557	40
50	1,5557	1,5611	1,5666	1,5721	1,5777	1,5833	1,5890	39
51	1,5890	1,5947	1,6005	1,6063	1,6122	1,6182	1,6242	38
52	1,6242	1,6303	1,6364	1,6426	1,6489	1,6552	1,6616	37
53	1,6616	1,6680	1,6745	1,6811	1,6878	1,6945	1,7013	36
54	1,7013	1,7081	1,7150	1,7220	1,7291	1,7362	1,7434	35
55	1,7434	1,7507	1,7580	1,7655	1,7730	1,7806	1,7882	34
56	1,7882	1,7960	1,8038	1,8118	1,8198	1,8278	1,8360	33
57	1,8360	1,8443	1,8527	1,8611	1,8697	1,8783	1,8870	32
58	1,8870	1,8959	1,9048	1,9138	1,9230	1,9322	1,9416	31
59	1,9416	1,9510	1,9606	1,9702	1,9800	1,9899	2,0000	30
60	2,0000	2,0101	2,0203	2,0307	2,0412	2,0519	2,0626	29
61	2,0626	2,0735	2,0845	2,0957	2,1070	2,1184	2,1300	28
62	2,1300	2,1417	2,1536	2,1656	2,1778	2,1901	2,2026	27
63	2,2026	2,2153	2,2281	2,2411	2,2543	2,2676	2,2811	26
64	2,2811	2,2948	2,3087	2,3228	2,3370	2,3515	2,3662	25
65	2,3662	2,3810	2,3961	2,4114	2,4269	2,4426	2,4585	24
66	2,4585	2,4747	2,4911	2,5078	2,5247	2,5418	2,5593	23
67	2,5593	2,5769	2,5949	2,6131	2,6316	2,6503	2,6694	22
68	2,6694	2,6883	2,7085	2,7285	2,7488	2,7694	2,7904	21
69	2,7904	2,8117	2,8334	2,8554	2,8778	2,9006	2,9238	20
70	2,9238	2,9473	2,9713	2,9957	3,0205	3,0458	3,0715	19
71	3,0715	3,0977	3,1243	3,1515	3,1791	3,2073	3,2360	18
72	3,2360	3,2653	3,2951	3,3255	3,3564	3,3880	3,4203	17
73	3,4203	3,4531	3,4867	3,5209	3,5558	3,5915	3,6279	16
74	3,6279	3,6651	3,7031	3,7419	3,7816	3,8222	3,8637	15
75	3,8637	3,9061	3,9495	3,9939	4,0393	4,0859	4,1335	14
76	4,1335	4,1823	4,2323	4,2836	4,3362	4,3901	4,4454	13
77	4,4454	4,5021	4,5604	4,6202	4,6816	4,7448	4,8097	12
78	4,8097	4,8764	4,9451	5,0158	5,0886	5,1635	5,2408	11
79	5,2408	5,3204	5,4026	5,4874	5,5749	5,6653	5,7587	10
80	5,7587	5,8553	5,9553	6,0588	6,1660	6,2771	6,3924	9
81	6,3924	6,5120	6,6363	6,7654	6,8997	7,0396	7,1852	8
82	7,1852	7,3371	7,4957	7,6612	7,8344	8,0156	8,2055	7
83	8,2055	8,4046	8,6137	8,8336	9,0651	9,3091	9,5667	6
84	9,5667	9,8391	10,127	10,433	10,758	11,104	11,473	5
85	11,473	11,868	12,291	12,745	13,234	13,763	14,335	4
86	14,335	14,957	15,636	16,380	17,198	18,102	18,107	3
87	18,107	20,230	21,493	22,925	24,562	26,450	28,653	2
88	28,653	31,257	34,382	38,201	42,975	49,114	57,298	1
89	57,298	68,757	85,945	114,59	171,88	343,77		0
	60	50	40	30	20	10	0	Degrés
	minutes							

COSÉCANTE 0° à 45°

B_1 99

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

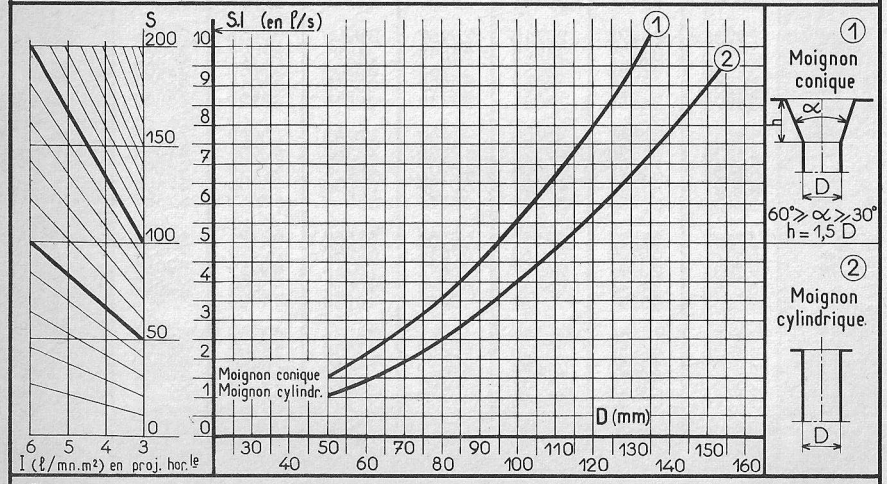
CHÉNEAUX - GOUTTIÈRES - DESCENTES

SECTIONS DES CHÉNEAUX ET GOUTTIÈRES (en *cm²*)
EN FONCTION DE LA SURFACE DE RÉCOLTE (S en *m²*)
EN PROJECTION HORIZONTALE ET DE LA PENTE DES CONDUITS (P en *mm/m*)
(d'après NF. P 30-201 ; pluie 3 *l/mn* par *m²*)

S m²	Pente P 1 mm/m	2 mm/m	3 mm/m	6 mm/m	7 mm/m	10 mm/m	15 mm/m	20 mm/m
20	65	50	45	40	35	30	25	22
30	85	70	60	50	45	40	35	30
40	105	80	70	60	55	50	40	35
50	120	95	85	70	65	55	50	45
60	140	110	95	80	70	60	55	50
70	155	120	105	90	80	70	60	55
80	170	135	115	100	85	75	65	60
90	185	145	125	105	95	85	70	65
100	200	155	135	115	100	90	80	70
110	215	170	145	120	110	95	85	75
120	230	180	155	130	115	100	90	80
130	240	190	165	135	120	105	95	85
140	255	200	170	145	130	115	100	90
150	265	210	180	150	135	120	105	96
160	280	220	190	160	140	125	110	100
170	290	230	200	165	145	130	115	100
180	305	240	205	170	150	135	120	105
200	350	255	220	185	165	145	125	115

Nota _ *Pour les divers profils majorer les sections du tableau de :*

DIAMÈTRES DES TUYAUX DE DESCENTE (D en *mm*)
EN FONCTION DE L'INTENSITÉ DE PLUIE (I en *l/mn.m²*)
ET DES SURFACES DE RÉCOLTE (S en *m²*) EN PROJECTION HORIZONTALE

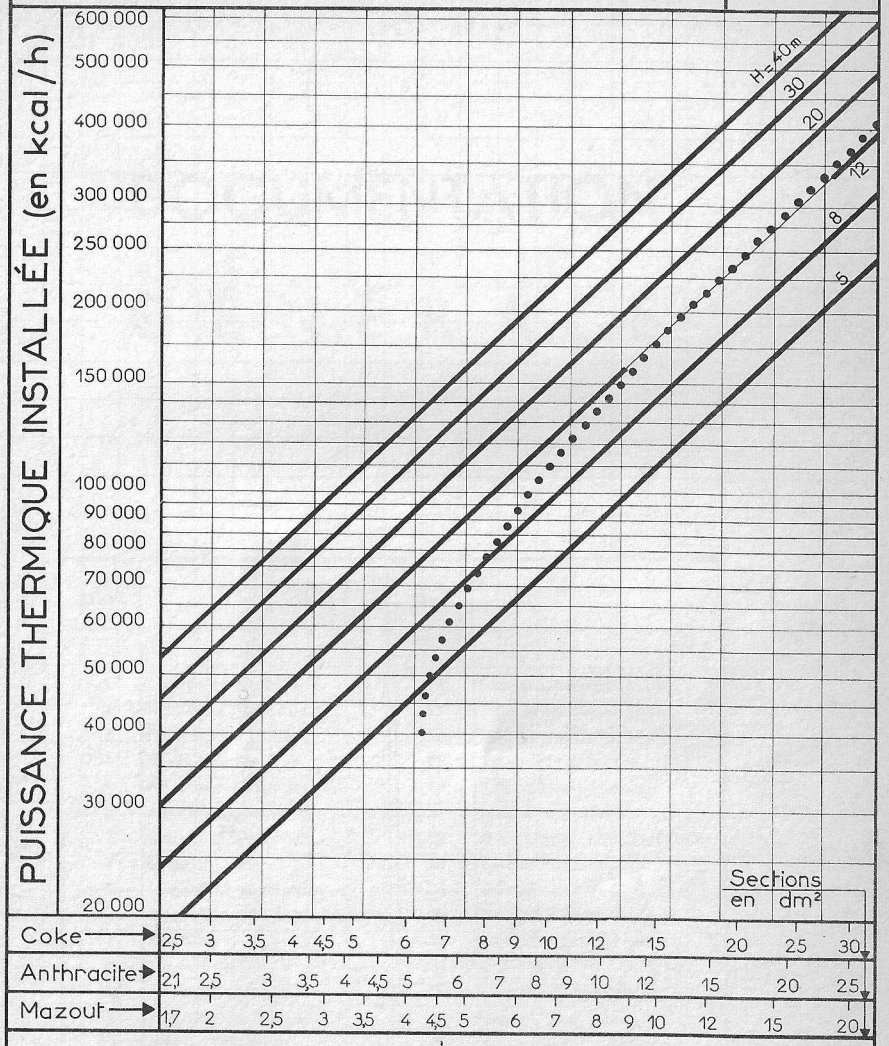


Exemple : *Pour une toiture dont la surface de projection horizontale égale* S = 100 m² *et pour une intensité de pluie* I = 3 ℓ/mn.m² *le diamètre* D = 95 mm *(avec moignon conique).*

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

SECTIONS DES CONDUITS DE FUMÉE

B_1 100



Ces sections *(en dm²) sont données pour des conduits parfaitement exécutés et lisses.*

- *Suivant la rugosité du matériau majorer de 5 à 15% la section.*
- *Pour chaque déviation (maxi 30° sur la verticale) majorer également de 10%.*

Les sections de conduit varient selon :
_ la puissance thermique,
_ la nature du combustible,
_ la hauteur H de conduit (••••• haut. mini pour le tirage naturel.)

Ex. : *Pour une puissance de 150 000 kcal/h et une hauteur H = 20m il faut (si l'appareil brûle du coke) une section 10 dm².*

DOCUMENTATION GÉNÉRALE

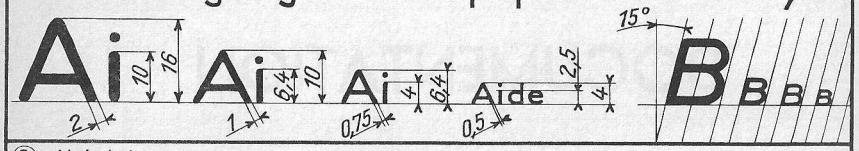
Doc.		Doc.	
1	Lettres et chiffres.	16	Sinus. Cosinus (suite).
2	Nombres normaux.	17	Tangente. Cotangente.
3	Principales unités.	18	Tangente. Cotg. (suite).
4	Équivalences.	19	Triangle rectangle.
5	Nombres et fractions.	20	Triangle quelconque.
6	Nombres premiers.	21	Arc. Corde. Flèche.
7	Éléments d'algèbre.	22	Arc. Corde. Flèche (suite).
8	Logarithmes.	23	Circonférence.
9	Logarithmes : table.	24	Cercle.
10	Logarithmes : table (suite).	25	Surfaces planes.
11	Carrés.	26	Solides (surf. dévelop.).
12	Carrés (suite).	27	Solides (surf. non dév.).
13	Racines carrées.	28	Centre de gravité.
14	Racines carrées (suite).	29	Masse des barres.
15	Sinus. Cosinus.	30	Caractéristiques.

Doc 1 — LETTRES _ CHIFFRES — β

① *Alphabet latin _* *(extrait de NF.E.04.105)*

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz



② *Alphabet grec _*

ΑΒΓΔΕΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΣΤΥΦΧΨΩ

αβγδεζηθιχλμνξοπρςτυφχψω

alpha bêta gamma delta epsilonn dzêta êta thêta iota kappa lambda mu nu ksi omicronn pi rô sigma tau upsilonn phi khi psi oméga

③ *Chiffres arabes _* *(extrait de NF.X.02.005).*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

RÈGLES D'ÉCRITURE	EXEMPLES
1_ *Séparer les nombres en tranches de trois chiffres par un espace inférieur à la largeur d'un chiffre.*	
NOMBRES ENTIERS : à partir de la droite	3 850 363
NOMBRES DÉCIMAUX : à partir de la virgule	0,000 485
Exception pour les dates	2 octobre 1956
2_ *Écrire les symboles d'unité sans point d'abréviation, ni jamais la marque du pluriel*	131,5 cm
Exceptions { *Nombres complexes*	2,75 h ou 2 h 45 mn
Exceptions { *Écritures commerciales*	F 170

④ *Chiffres romains _*

I	V	X	L	C	D	M
1	5	10	50	100	500	1000

RÈGLES D'ÉCRITURE	EXEMPLES
1_ *Plusieurs chiffres égaux écrits à la suite s'ajoutent*	XXX = 30
2_ *Tout chiffre écrit à la droite d'un chiffre plus fort s'ajoute à celui-ci*	DLV = 555
3_ *Tout chiffre écrit à la gauche d'un chiffre plus fort se retranche de celui-ci*	XC = 90
4_ *Tout nombre surmonté d'un trait exprime des mille, de deux traits des millions*	$\overline{X}$ = 10 000

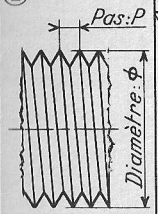
N — NOMBRES NORMAUX — Doc 2

① **SÉRIES RENARD**

1 à 10				10 à 100					100 à 1000						
ORDRE DE PRÉFÉRENCE				ORDRE DE PRÉFÉRENCE					ORDRE DE PRÉFÉRENCE						Valeurs exactes R 20
1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	
Valeurs recommandées			À éviter	Valeurs recommandées			Valeurs à éviter		Valeurs recommandées			Valeurs à éviter			
Ra5	Ra10	Ra20		Ra5	Ra10	Ra20			Ra5	Ra10	Ra20				
1	1	1		10	10	10			100	100	100				100
		1,1				11					110	105			112,20
	1,2	1,2			12	12				125	125	120	115		125,89
		1,4	1,5			14	13 15				140	130 150	135 145		141,25
1,6	1,6	1,6		16	16	16			160	160	160		155		158,49
		1,8				18	17				180	170	165 175		177,83
	2	2			20	20	19			200	200	190	185 195		199,53
		2,2				22	21 24	23			220	210 240	230		223,87
2,5	2,5	2,5		25	25	25	26		250	250	250	260	270		251,19
		2,8				28	30				280	300	290 310		281,84
	3	3			32	32	34			315	315	340	320 330	330	316,23
		3,5				36	38	35			355	380	350 360	370	354,81
4	4	4		40	40	40	42		400	400	400	420	390 410		398,11
		4,5				45	48	44 46			450	480	430 460	440 470	446,68
	5	5			50	50	52	55		500	500		490		501,19
		5,5				56	60	58			560				562,34
6	6	6		63	63	63	68	62 65	630	630	630				630,96
		7				70	75	72 78			710				707,95
	8	8			80	80	85	82 88		800	800				794,33
		9				90	95	92 98			900				891,25
10	10	10		100	100	100			1000	1000	1000				1000

Dans la cotation des dessins on adopte de préférence les termes des séries Ra5, Ra10, Ra20 indiqués dans le tableau ci-dessus.
Sauf pour les filetages SI. dont les valeurs sont données ci-dessous. (Diamètre-Pas).

② **SYSTÈME INTERNATIONAL DE FILETAGE**



M				
3 _ 0,5	6 _ 1	12 _ 1,75	24 _ 3	48 _ 5
(3,5) _ 0,6	(7) _ 1	14 _ 2	27 _ 3	52 _ 5
4 _ 0,7	8 _ 1,25	16 _ 2	30 _ 3,5	56 _ 5,5
(4,5) _ 0,75	(9) _ 1,25	18 _ 2,5	33 _ 3,5	60 _ 5,5
5 _ 0,8	10 _ 1,5	20 _ 2,5	36 _ 4	64 _ 6
6 _ 1	(11) _ 1,5	22 _ 2,5	39 _ 4	68 _ 6
	12 _ 1,75	24 _ 3	42 _ 4,5	72 _ 6
			45 _ 4,5	76 _ 6
			48 _ 5	80 _ 6
Progr.on arith.que	*r = 0,5*	*r = 1*	*r = 2*	*r = 3*	*r = 4*

( ) Valeurs à éviter — ϕ | P

③ **MASSES NORMALES DE PESÉE (1 à 1000)**

1, 2 , 5, 10, 20 , 50, 100, 200 , 500, 1000

Doc 3 — PRINCIPALES UNITÉS

SYSTÈME INTERNATIONAL

	GRANDEUR (Nom)	Symbole	UNITÉ (Nom)	Symbole
GÉOMÉTRIE	Longueur	L	Mètre	m
	Superficie	S	Mètre carré	m^2
	Volume	V	Mètre cube	m^3
	Angle plan	α	Radian	rd
	Angle solide	Ω	Stéradian	sr
MASSE	Masse	M	Kilogramme	kg
	Masse volumique	ρ	Kilogramme par mètre cube	kg/m^3
MÉCANIQUE	Temps	t	Seconde	s
	Fréquence	f	Hertz	Hz
	Vitesse	v	Mètre par seconde	m/s
	Accélération	γ	Mètre par seconde, par seconde	m/s^2
	Force	F	Newton	N
	Contrainte ou Pression	p	Newton par mètre carré ou pascal (*Pa*)	N/m^2
	Energie ou Travail	W	Joule	J
	Puissance	P	Watt	W
	Moment	$\mathcal{M}$	Mètre.newton	m.N
	Couple	c	Mètre.newton	m.N
CHALEUR	Température	t	Degré Celsius ou Degré Kelvin	°C, °K
	Chaleur massique	C	Joule par kilogramme et par degré	J/kg/°
ÉLECTRICITÉ	Intensité de courant	I	Ampère	A
	Quantité d'électricité	Q	Coulomb	C
	Force électro-motrice, diff. de potentiel	E ou U	Volt	V
	Résistance électrique	R	Ohm	Ω
	Induction magnétique	B	Tesla	T
	Flux magnétique	Φ	Weber	Wb
	Inductance électrique	L	Henry	H
	Capacité électrique	C	Farad	F
OPTIQUE	Intensité lumineuse	I	Candela	cd
	Flux lumineux	Φ	Lumen	lm
	Eclairement	E	Lux	lx
	Luminance	L	Candela par mètre carré	cd/m^2
	Vergence optique	Φ	Dioptrie	δ

TABLEAU DE CONVERSION DES UNITÉS DE MÉCANIQUE

LONGUEUR	MASSE	FORCE	TEMPS	VITESSE	TRAVAIL	PUISSANCE	PRESSION	MOMENT
UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL (S.I.)								
m	kg	N	s	$\frac{m}{s}$	$J = N.m$	$W = \frac{N.m}{s}$	$Pa = \frac{N}{m^2}$	m.N

AUTRES UNITÉS IMPORTANTES ET LEUR VALEUR EN UNITÉ S.I.

μ	0,000 001	g	0,001	da N	10	mn	60	$\frac{m}{mn}$	$\frac{1}{60}$	W.h	3 600		millibar	100	
mm	0,001	t	1 000			h	3 600	$\frac{km}{h}$	$\frac{1000}{3600}$	cal	4,1855		$\frac{N}{cm^2}$	10 000	
km	1 000	carat	0,000 2							Cal	4 185,5		bar	100 000	
mille	1 852									th	4 185 500		$\frac{N}{mm^2}$	1 000 000	

CONVERSION ENTRE SYSTÈMES

Systèmes	FORCE	ÉNERGIE	PUISSSANCE	PRESSION
MKSA	1 N = 1 kgf : 9,81	1 J = 1 kgm : 9,81	1 W = 1 kgm/s : 9,81	1 Pa = 1 kgf/m² : 9,81
MTS	1 sthène = 10^3N	1 kilojoule = 10^3J	1 kilowatt = 10^3W	1 pièze = 10^3Pa
CGS	1 dyne = 10^{-5}N	1 erg = 10^{-7}J	1 erg/seconde = 10^{-7}W	1 barye = 10^{-1}Pa

≈ ÉQUIVALENCES — Doc 4

① SYMBOLES

extrait de F.D.X 02.005

Symbole	SIGNIFICATION	Symbole	SIGNIFICATION	Symbole	SIGNIFICATION
+	*plus*	≠	*différent de*	l, L	*longueur*
—	*moins*	≈	*égal environ à*	r, R	*rayon*
±	*plus ou moins*	∼	*équivalent à*	d, D	*diamètre*
× ou •	*multiplié par*	=	*égal*	$\widehat{AOB}$	*angle*
: ou /	*divisé par*	<	*inférieur à*	$\widehat{AOB}$	*arc*
%	*pour cent*	≤	*ou au plus égal à*	sin	*sinus*
‰	*pour mille*	>	*supérieur à*	cos	*cosinus*
a^2	*puiss.ce exposant 2*	≥	*ou au moins égal à*	tg	*tangente*
a^n	*puiss.ce exposant n*	↗	*croît*	cotg	*cotangente*
a_n	*indice n*	↘	*décroît*	π	*3,1416*
$\sqrt{a}$	*racine carrée*	∥	*parallèle*	h	*hauteur*
$\sqrt[n]{a}$	*racine n ième*	⊥	*perpendiculaire*	etc..	*et la suite*

Nota – *Le signe "multiplié par" entre deux nombres (×); entre deux lettres (•)*

② TABLEAU DES PRÉFIXES

FACTEUR par lequel est multiplié l'unité			SYMBOLE	PRÉFIXE	EXEMPLES D'UTILISATION
10^3	ou	1 000	k	*kilo*	kg — *kilogramme*
10^2	ou	100	h	*hecto*	hm — *hectomètre*
10^1	ou	10	da	*déca*	dag — *décagramme*
10^0	ou	1			
10^{-1}	ou	0,1	d	*déci*	dm — *décimètre*
10^{-2}	ou	0,01	c	*centi*	cm — *centimètre*
10^{-3}	ou	0,001	m	*milli*	mm — *millimètre*
10^{-4}	ou	0,000 1	dm	*décimilli*	dmm — *décimillimètre*
10^{-5}	ou	0,000 01	cm	*centimilli*	cmm — *centimillimètre*
10^{-6}	ou	0,000 001	μm	*micro*	μm — *micromètre*

Nota – *Micromètre (μm) s'écrit (μ) micron* –

③ CONVERSION DES FRACTIONS DE POUCE EN mm

fr. de pouce	mm	fr. de pouce	mm	fr. de pouce	mm	fr. de pouce	mm
1/32	0,79	9/32	7,14	17/32	13,49	25/32	19,84
1/16	1,59	5/16	7,94	9/16	14,29	13/16	20,64
3/32	2,38	11/32	8,73	19/32	15,08	27/32	21,43
1/8	3,17	3/8	9,52	5/8	15,87	7/8	22,22
5/32	3,97	13/32	10,32	21/32	16,67	29/32	23,02
3/16	4,76	7/16	11,11	11/16	17,46	15/16	23,81
7/32	5,56	15/32	11,91	23/32	18,26	31/32	24,60
1/4	6,35	1/2	12,70	3/4	19,05	1 pouce =	25,4 mm

Doc 5 — NOMBRES ET FRACTIONS
LES QUATRE OPÉRATIONS

TERMINOLOGIE DES NOMBRES

PARTIE ENTIÈRE | **PARTIE DÉCIMALE**

classe des milliards — classe des millions — classe des mille — classe des unités

4 123 839 544 , 870 841

- 4 : unités de milliard
- 1 : centaines de million
- 2 : dizaines de million
- 3 : unités de million
- 8 : centaines de mille
- 3 : dizaines de mille
- 9 : unités de mille
- 5 : centaines
- 4 : dizaines
- 4 : unités
- 8 : dixièmes
- 7 : centièmes
- 0 : millièmes
- 8 : dix-millièmes
- 4 : cent-millièmes
- 1 : millionièmes

① ADDITION +	② SOUSTRACTION —	③ MULTIPLICATION ×	④ DIVISION :
Ex. 128,75 + 3,42 = 132,17	Ex. 128,75 − 3,42 = 125,33	Ex. 1,5 × 0,03 = 0,045 ; 15 × 3 = 45	Ex. 2,4 : 0,12 ; 240 | 12 ; 000 | 20
Aligner les virgules verticalement.	*Aligner les virgules verticalement.*	*Multiplier les nombres. Placer la virgule.*	*Équilibrer les décimales. Diviser.*

⑤ CARACTÈRES DE DIVISIBILITÉ

		EXEMPLES
Par 2	*Terminé à droite par 0 ou un chiffre pair.*	20 ; 238
Par 5	*Terminé à droite par 0 ou 5.*	320 ; 45
Par 3	*Somme des chiffres divisible par 3.*	39 ; 1434
Par 9	*Somme des chiffres divisible par 9.*	36 ; 8073

FRACTIONS

⑥ SIMPLIFICATION	⑦ RÉDUCTION AU MÊME DÉNOMINATEUR
$\frac{45}{60} = \frac{15}{20} = \cdots\cdots\cdots\cdots = \frac{3}{4}$	$\frac{5}{8} = \frac{5\times3}{8\times3} = \frac{15}{24}$ et $\frac{7}{6} = \frac{7\times4}{6\times4} = \frac{28}{24}$
Diviser les deux termes par le même nombre.	*Prendre pour dénominateur commun un nombre divisible par tous les dénominateurs.*

⑧ ADDITION	⑨ SOUSTRACTION	⑩ MULTIPLICATION	⑪ DIVISION
Ex. $\frac{9}{16} + \frac{1}{4} = \frac{9}{16} + \frac{4}{16} = \frac{13}{16}$	Ex. $\frac{7}{12} - \frac{1}{3} = \frac{7}{12} - \frac{4}{12} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$	Ex. $\frac{3}{8} \times \frac{2}{15} = \frac{3\times2}{8\times15} = \frac{6}{120} = \frac{1}{20}$	Ex. $\frac{3}{5} : \frac{4}{15} = \frac{3\times15}{5\times4} = \frac{45}{20} = \frac{9}{4}$
Réduire au même dénominateur. Additionner les numérateurs.	*Réduire au même dénominateur. Soustraire les numérateurs.*	*Multiplier entre eux les numérateurs, puis les dénominateurs. Simplifier si possible.*	*Multiplier la fraction dividende par l'inverse de la fraction diviseur.*

PGCD PPCM — NOMBRES PREMIERS
APPLICATIONS — Doc 6

① LISTE DES NOMBRES PREMIERS

1	137	317	523	743	977	1213	1453	1693	1951	2213	2447	2713
2	139	331	541	751	983	1217	1459	1697	1973	2221	2459	2719
3	149	337	547	757	991	1223	1471	1699	1979	2237	2467	2729
5	151	347	557	761	997	1229	1481	1709	1987	2239	2473	2731
7	157	349	563	769	1009	1231	1483	1721	1993	2243	2477	2741
11	163	353	569	773	1013	1237	1487	1723	1997	2251	2503	2749
13	167	359	571	787	1019	1249	1489	1733	1999	2267	2521	2753
17	173	367	577	797	1021	1259	1493	1741	2003	2269	2531	2767
19	179	373	587	809	1031	1277	1499	1747	2011	2273	2539	2777
23	181	379	593	811	1033	1279	1511	1753	2017	2281	2543	2789
29	191	383	599	821	1039	1283	1523	1759	2027	2287	2549	2791
31	193	389	601	823	1049	1289	1531	1777	2029	2293	2551	2797
37	197	397	607	827	1051	1291	1543	1783	2039	2297	2557	2801
41	199	401	613	829	1061	1297	1549	1787	2053	2309	2579	2803
43	211	409	617	839	1063	1301	1553	1789	2063	2311	2591	2819
47	223	419	619	853	1069	1303	1559	1801	2069	2333	2593	2833
53	227	421	631	857	1087	1307	1567	1811	2081	2339	2609	2837
59	229	431	641	859	1091	1319	1571	1823	2083	2341	2617	2843
61	233	433	643	863	1093	1321	1579	1831	2087	2347	2621	2851
67	239	439	647	877	1097	1327	1583	1847	2089	2351	2633	2857
71	241	443	653	881	1103	1361	1597	1861	2099	2357	2647	2861
73	251	449	659	883	1109	1367	1601	1867	2111	2371	2657	2879
79	257	457	661	887	1117	1373	1607	1871	2113	2377	2659	2887
83	263	461	673	907	1123	1381	1609	1873	2129	2381	2663	2897
89	269	463	677	911	1129	1399	1613	1877	2131	2383	2671	2903
97	271	467	683	919	1151	1409	1619	1879	2137	2389	2677	2909
101	277	479	691	929	1153	1423	1621	1889	2141	2393	2683	2917
103	281	487	701	937	1163	1427	1627	1901	2143	2399	2687	2927
107	283	491	709	941	1171	1429	1637	1907	2153	2411	2689	2939
109	293	499	719	947	1181	1433	1657	1913	2161	2417	2693	2953
113	307	503	727	953	1187	1439	1663	1931	2179	2423	2699	2957
127	311	509	733	967	1193	1447	1667	1933	2203	2437	2707	2963
131	313	521	739	971	1201	1451	1669	1949	2207	2441	2711	2969

— Les nombres premiers ne sont divisibles que par eux-mêmes et par l'unité.
Exemple : le nombre 23 n'est divisible que par 23 et par 1.

② FACTEURS PREMIERS ET DIVISEURS D'UN NOMBRE

198	2
99	3
33	3
11	11
1	

Essayer les divisions par tous les nombres premiers en commençant par les plus petits.

$198 = 2 \times 3^2 \times 11$

198	2	1
99	3	2
33	3	3_6
11	11	9_18
1		11_22_33_66_99_198

Écrire le diviseur 1, puis multiplier chaque facteur par tous les diviseurs déjà écrits.

③ PGCD
PLUS GRAND COMMUN DIVISEUR

PGCD = *Produit des facteurs communs affectés de leur plus petit exposant.*

Soient les nombres 1488 *et* 360

$$\begin{cases} 1488 = 2^4 \times 3 \times 31 \\ 360 = 2^3 \times 3^2 \times 5 \end{cases}$$

$PGCD = 2^3 \times 3 = 24$

④ PPCM
PLUS PETIT COMMUN MULTIPLE

PPCM = *Produit des facteurs communs et non communs affectés de leur plus fort exposant.*

Soient les nombres 600 *et* 175

$$\begin{cases} 600 = 2^3 \times 3 \times 5^2 \\ 175 = 5^2 \times 7 \end{cases}$$

$PPCM = 2^3 \times 3 \times 5^2 \times 7 = 4\,200$

Doc 7 — ÉLÉMENTS D'ALGÈBRE

OPÉRATIONS — PROGRESSIONS — ÉQUATIONS

ADDITION	SOUSTRACTION	MULTIPLICATION	DIVISION
① +	② —	③ ×	④ :
Exemple : $(3a^2+4ab)+(6ab-a^2)$ $=3a^2+4ab+6ab-a^2$ $=2a^2+10ab$	*Exemple :* $(7a^2-2ab)-(3a^2-b^2)$ $=7a^2-2ab-3a^2+b^2$ $=4a^2-2ab+b^2$	*Exemple :* $2a^3b^2\times 6a^2b^2$ $=2.6.a^3.a^2.b^2.b^2$ $=12a^5b^4$	*Exemple :* $12a^3b^2:6a^2b^3$ $=\frac{12}{6}\cdot\frac{a^3}{a^2}\cdot\frac{b^2}{b^3}$ $=2a/b$
Supprimer les parenthèses après le signe +. Réduire les termes semblables.	*Supprimer les parenthèses après le signe —, à condition de changer de signe les termes entre parenthèses.*	*Multiplier les coefficients, puis additionner les exposants des mêmes lettres.*	*Diviser les coefficients, puis soustraire les exposants des mêmes lettres.*

⑤ IDENTITÉS

$(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$

$(a-b)^2=a^2-2ab+b^2$

$a^2-b^2=(a+b)(a-b)$

$(a+b)^3=a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$

$(a-b)^3=a^3-3a^2b+3ab^2-b^3$

⑥ PROPORTIONS

$\frac{a}{b}=\frac{c}{d}$ $\quad ad=bc$

4ème proportionnelle $\left\{\frac{a}{b}=\frac{c}{x}\right.$ $\quad x=\frac{bc}{a}$

moyenne proportionnelle $\left\{\frac{a}{x}=\frac{x}{b}\right.$ $\quad x=\sqrt{ab}$

PROGRESSIONS

⑦ ARITHMÉTIQUE

$a, a+r, a+2r, a+3r, a+4r$, etc...

a = premier terme. r = raison.
l = dernier terme. S = somme des
n = nombre de termes. n premiers termes.

Exemple : 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, etc...

$l=a+(n-1)r$

Le 6ème terme : $l=1+(6-1)3=16$

$S=\left(\frac{a+l}{2}\right)n$

La somme des 6 premiers termes : $S=\left(\frac{1+16}{2}\right)6=51$

⑧ GÉOMÉTRIQUE

$a, aq, aq^2, aq^3, aq^4, aq^5$, etc...

a = premier terme. q = raison.
l = dernier terme. S = somme des
n = nombre de termes. n premiers termes.

Exemple : 1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187, etc...

$l=aq^{n-1}$

Le 6ème terme : $l=1\times 3^{6-1}$, $l=3^5=243$

$S=a\frac{q^n-1}{q-1}$

La somme des 6 premiers termes : $S=1\times\frac{3^6-1}{3-1}=\frac{3^6-1}{2}$, $S=364$

ÉQUATIONS

⑨ 1er degré

1 inconnue — $ax+b=0$

pour $a\neq 0$ — $x=-\frac{b}{a}$

2 inconnues — $\begin{cases}ax+by=c\\a'x+b'y=c'\end{cases}$

pour $ab'-ba'\neq 0$ — $\begin{cases}x=\frac{cb'-bc'}{ab'-ba'}\\y=\frac{ac'-ca'}{ab'-ba'}\end{cases}$

⑩ 2ème degré

$ax^2+bx+c=0$

1°) *Pour :* $b^2-4ac>0$ — *deux racines :* $x=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

2°) *Pour :* $b^2-4ac=0$ — *une racine :* $x=-b/2a$

3°) *Pour :* $b^2-4ac<0$ — *pas de racine.*

$x'+x''=-\frac{b}{a}$ $\quad x'x''=\frac{c}{a}$

log — LOGARITHMES DÉCIMAUX — Doc 8

DÉFINITION DU LOGARITHME n de N — L'ÉGALITÉ $N=10^n$ ← ENTRAÎNE → L'ÉGALITÉ $n=\log N$

① LOGARITHMES DES PUISSANCES DE 10

Puissances de 10	0,001 ou 10^{-3}	0,01 ou 10^{-2}	0,1 ou 10^{-1}	1 ou 10^0	10 ou 10^1	100 ou 10^2
Logarithmes correspondants	−3	−2	−1	0	1	2

② RECHERCHE DU LOGARITHME D'UN NOMBRE N

LA CARACTÉRISTIQUE (partie entière)	*LA MANTISSE (partie décimale)*
EST ⊕ (si N>1) ou ⊖ (si N<1)	EST TOUJOURS ⊕
Ne se lit pas dans la table	*Se lit dans la table*

1°) Si N est plus grand que 1 :
compter le nombre de ses chiffres avant la virgule et retrancher 1.
(la caractéristique est positive ⊕)

log 9315 = 3,..... (4−1=3)
log 125212 = 5,..... (6−1=5)
log 3,47 = 0,..... (1−1=0)

2°) Si N est plus petit que 1 :
lire le rang occupé par le premier chiffre significatif après la virgule
(la caractéristique est négative ⊖)

log 0,078 = $\bar{2}$,..... (2ème rang)
log 0,00098 = $\bar{4}$,..... (4ème rang)

1°) Nombre de 3 chiffres (100 à 999) :
log 515 = 2,71181

2°) Nombre de 2 chiffres ou nombre de 1 chiffre :
log 70 = 1,84510 *(lire à 700)*
log 5 = 0,69897 *(lire à 500)*

3°) Nombre de plus de 3 chiffres :
log 5314 = 3,72509 *(lire à 531)*
log 18967 = 4,27875 *(lire à 190)*

③ RECHERCHE DU NOMBRE DONT ON CONNAIT LE LOGARITHME

EXEMPLES	LOGARITHME DONNÉ	LECTURE MANTISSE *(dans la table)*	NOMBRE DE CHIFFRES :	N NOMBRE CHERCHÉ
Caractéristique positive	4,92221	836 *(lire à 92221)*	avant la virgule 5 *(caract.+1=4+1)*	83 600
Caractéristique négative	$\bar{2}$,75082	563 *(lire à 75082)*	rang du 1er chiffre après la virgule 2 *(caract.)*	0,0563

CORRESPONDANCE DES OPÉRATIONS

	SUR LES NOMBRES	⟷	SUR LES LOGARITHMES	
×	MULTIPLICATION	⟷	ADDITION	+
:	DIVISION	⟷	SOUSTRACTION	−
$()^p$	PUISSANCE	⟷	MULTIPLICATION	×
$\sqrt[n]{\ }$	RACINE	⟷	DIVISION	:

Doc 9

LOGARITHMES

MANTISSES DES NOMBRES DE 100 à 499

log

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	000 00	004 32	008 60	012 84	017 03	021 19	025 31	029 38	033 42	037 43
11.	041 39	045 32	049 22	053 08	056 90	060 70	064 46	068 19	071 88	075 55
12.	079 18	082 79	086 36	089 91	093 42	096 91	100 37	103 80	107 21	110 59
13.	113 94	117 27	120 57	123 85	127 10	130 33	133 54	136 72	139 88	143 01
14.	146 13	149 22	152 29	155 34	158 36	161 37	164 35	167 32	170 26	173 19
15.	176 09	178 98	181 84	184 69	187 52	190 33	193 12	195 90	198 66	201 40
16.	204 12	206 83	209 52	212 19	214 84	217 48	220 11	222 72	225 31	227 89
17.	230 45	233 00	235 53	238 05	240 55	243 04	245 51	247 97	250 42	252 85
18.	255 27	257 68	260 07	262 45	264 82	267 17	269 51	271 84	274 16	276 46
19.	278 75	281 03	283 30	285 56	287 80	290 03	292 26	294 47	296 67	298 85
20.	301 03	303 20	305 35	307 50	309 63	311 75	313 87	315 97	318 06	320 15
21.	322 22	324 28	326 34	328 38	330 41	332 44	334 45	336 46	338 46	340 44
22.	342 42	344 39	346 35	348 30	350 25	352 18	354 11	356 03	357 93	359 84
23.	361 73	363 61	365 49	367 36	369 22	371 07	372 91	374 75	376 58	378 40
24.	380 21	382 02	383 82	385 61	387 39	389 17	390 94	392 70	394 45	396 20
25.	397 94	399 67	401 40	403 12	404 83	406 54	408 24	409 93	411 62	413 30
26.	414 97	416 64	418 30	419 96	421 60	423 25	424 88	426 51	428 13	429 75
27.	431 36	432 97	434 57	436 16	437 75	439 33	440 91	442 48	444 04	445 60
28.	447 16	448 71	450 25	451 79	453 32	454 84	456 37	457 88	459 39	460 90
29.	462 40	463 89	465 38	466 87	468 35	469 82	471 29	472 76	474 22	475 67
30.	477 12	478 57	480 01	481 44	482 87	484 30	485 72	487 14	488 55	489 96
31.	491 36	492 76	494 15	495 54	496 93	498 31	499 69	501 06	502 43	503 79
32.	505 15	506 51	507 86	509 20	510 55	511 88	513 22	514 55	515 87	517 20
33.	518 51	519 83	521 14	522 44	523 75	525 04	526 34	527 63	528 92	530 20
34.	531 48	532 75	534 03	535 29	536 56	537 82	539 08	540 33	541 58	542 83
35.	544 07	545 31	546 54	547 77	549 00	550 23	551 45	552 67	553 88	555 09
36.	556 30	557 51	558 71	559 91	561 10	562 29	563 48	564 67	565 85	567 03
37.	568 20	569 37	570 54	571 71	572 87	574 03	575 19	576 34	577 49	578 64
38.	579 78	580 92	582 06	583 20	584 33	585 46	586 59	587 71	588 83	589 95
39.	591 06	592 18	593 29	594 39	595 50	596 60	597 70	598 79	599 88	600 97
40.	602 06	603 14	604 23	605 31	606 38	607 46	608 53	609 59	610 66	611 72
41.	612 78	613 84	614 90	615 95	617 00	618 05	619 09	620 14	621 18	622 21
42.	623 25	624 28	625 31	626 34	627 37	628 39	629 41	630 43	631 44	632 46
43.	633 47	634 48	635 48	636 49	637 49	638 49	639 49	640 48	641 47	642 46
44.	643 45	644 44	645 42	646 40	647 38	648 36	649 33	650 31	651 28	652 25
45.	653 21	654 18	655 14	656 10	657 06	658 01	658 96	659 92	660 87	661 81
46.	662 76	663 70	664 64	665 58	666 52	667 45	668 39	669 32	670 25	671 17
47.	672 10	673 02	673 94	674 86	675 78	676 69	677 61	678 52	679 43	680 34
48.	681 24	682 15	683 05	683 95	684 85	685 74	686 64	687 53	688 42	689 31
49.	690 20	691 08	691 97	692 85	693 73	694 61	695 48	696 36	697 23	698 10

EXEMPLES D'UTILISATION

① MULTIPLICATION

$c = a.b \iff \log c = \log a + \log b$

253 ×312 → 2,403 12 ; → +2,494 15 ; ← 4,897 27 ; ← $\boxed{=78\,936}$

② PUISSANCE

$N = a^n \iff \log N = n.\log a$

9^4 → 0,954 24 ×4 ; ← 3,816 96 ; ← $\boxed{=6\,561}$

③ DIVISION

$c = a:b \iff \log c = \log a - \log b$

480 : 6 → 2,681 24 ; → −0,778 15 ; ← 1,903 09 ; ← $\boxed{=80}$

④ RACINE

$R = \sqrt[n]{a} \iff \log R = \frac{\log a}{n}$

$\sqrt[3]{72}$ → 1,857 33 :3 ; ← 0,619 11 ; ← $\boxed{=4{,}1602}$

log

LOGARITHMES

MANTISSES DES NOMBRES DE 500 à 999

Doc 10

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50.	698 97	699 84	700 70	701 57	702 43	703 29	704 15	705 01	705 86	706 72
51.	707 57	708 42	709 27	710 12	710 96	711 81	712 65	713 49	714 33	715 17
52.	716 00	716 84	717 67	718 50	719 33	720 16	720 99	721 81	722 63	723 46
53.	724 28	725 09	725 91	726 73	727 54	728 35	729 16	729 97	730 78	731 59
54.	732 39	733 20	734 00	734 80	735 60	736 40	737 19	737 99	738 78	739 57
55.	740 36	741 15	741 94	742 73	743 51	744 29	745 07	745 86	746 63	747 41
56.	748 19	748 96	749 74	750 51	751 28	752 05	752 82	753 58	754 35	755 11
57.	755 87	756 64	757 40	758 15	758 91	759 67	760 42	761 18	761 93	762 68
58.	763 43	764 18	764 92	765 67	766 41	767 16	767 90	768 64	769 38	770 12
59.	770 85	771 59	772 32	773 05	773 79	774 52	775 25	775 97	776 70	777 43
60.	778 15	778 87	779 60	780 32	781 04	781 76	782 47	783 19	783 90	784 62
61.	785 33	786 04	786 75	787 46	788 17	788 88	789 58	790 29	790 99	791 69
62.	792 39	793 09	793 79	794 49	795 18	795 88	796 57	797 27	797 96	798 65
63.	799 34	800 03	800 72	801 40	802 09	802 77	803 46	804 14	804 82	805 50
64.	806 18	806 86	807 54	808 21	808 89	809 56	810 23	810 90	811 58	812 24
65.	812 91	813 58	814 25	814 91	815 58	816 24	816 90	817 57	818 23	818 89
66.	819 54	820 20	820 86	821 51	822 17	822 82	823 47	824 13	824 78	825 43
67.	826 07	826 72	827 37	828 02	828 66	829 30	829 95	830 59	831 23	831 87
68.	832 51	833 15	833 78	834 42	835 06	835 69	836 32	836 96	837 59	838 22
69.	838 85	839 48	840 11	840 73	841 36	841 98	842 61	843 23	843 86	844 48
70.	845 10	845 72	846 34	846 96	847 57	848 19	848 80	849 42	850 03	850 65
71.	851 26	851 87	852 48	853 09	853 70	854 31	854 91	855 52	856 12	856 73
72.	857 33	857 94	858 54	859 14	859 74	860 34	860 94	861 53	862 13	862 73
73.	863 32	863 92	864 51	865 10	865 70	866 29	866 88	867 47	868 06	868 64
74.	869 23	869 82	870 40	870 99	871 57	872 16	872 74	873 32	873 90	874 48
75.	875 06	875 64	876 22	876 79	877 37	877 95	878 52	879 10	879 67	880 24
76.	880 81	881 38	881 95	882 52	883 09	883 66	884 23	884 80	885 36	885 93
77.	886 49	887 05	887 62	888 18	888 74	889 30	889 86	890 42	890 98	891 54
78.	892 09	892 65	893 21	893 76	894 32	894 87	895 42	895 97	896 53	897 08
79.	897 63	898 18	898 73	899 27	899 82	900 37	900 91	901 46	902 00	902 55
80.	903 09	903 63	904 17	904 72	905 26	905 80	906 34	906 87	907 41	907 95
81.	908 49	909 02	909 56	910 09	910 62	911 16	911 69	912 22	912 75	913 28
82.	913 81	914 34	914 87	915 40	915 93	916 45	916 98	917 51	918 03	918 55
83.	919 08	919 60	920 12	920 65	921 17	921 69	922 21	922 73	923 24	923 76
84.	924 28	924 80	925 31	925 83	926 34	926 86	927 37	927 88	928 40	928 91
85.	929 42	929 93	930 44	930 95	931 46	931 97	932 47	932 98	933 49	933 99
86.	934 50	935 00	935 51	936 01	936 51	937 02	937 52	938 02	938 52	939 02
87.	939 52	940 02	940 52	941 01	941 51	942 01	942 50	943 00	943 49	943 99
88.	944 48	944 98	945 47	945 96	946 45	946 94	947 43	947 92	948 41	948 90
89.	949 39	949 88	950 36	950 85	951 34	951 82	952 31	952 79	953 28	953 76
90.	954 24	954 72	955 21	955 69	956 17	956 65	957 13	957 61	958 09	958 56
91.	959 04	959 52	959 99	960 47	960 95	961 42	961 90	962 37	962 84	963 32
92.	963 79	964 26	964 73	965 20	965 67	966 14	966 61	967 08	967 55	968 02
93.	968 48	968 95	969 42	969 88	970 35	970 81	971 28	971 74	972 20	972 67
94.	973 13	973 59	974 05	974 51	974 97	975 43	975 89	976 35	976 81	977 27
95.	977 72	978 18	978 64	979 09	979 55	980 00	980 46	980 91	981 37	981 82
96.	982 27	982 72	983 18	983 63	984 08	984 53	984 98	985 43	985 88	986 32
97.	986 77	987 22	987 67	988 11	988 56	989 00	989 45	989 89	990 34	990 78
98.	991 23	991 67	992 11	992 55	993 00	993 44	993 88	994 32	994 76	995 20
99.	995 64	996 07	996 51	996 95	997 39	997 82	998 26	998 70	999 13	999 57

CALCUL DES NOMBRES RENARD (R) (raison $q = \sqrt[10]{10}$)

Termes	1	q^1	q^2	q^3	q^4	q^5	q^6	q^7	q^8	q^9	q^{10}
log.	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
arith.	1	1,2589	1,5849	1,9953	2,5119	3,1623	3,9811	5,0119	6,3096	7,9433	10
≈	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30	8,00	10,00

Doc 11

TABLE DES CARRÉS

DES NOMBRES 0 à 499

N^2

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81
1.	100	121	144	169	196	225	256	289	324	361
2.	400	441	484	529	576	625	676	729	784	841
3.	900	961	1 024	1 089	1 156	1 225	1 296	1 369	1 444	1 521
4.	1 600	1 681	1 764	1 849	1 936	2 025	2 116	2 209	2 304	2 401
5.	2 500	2 601	2 704	2 809	2 916	3 025	3 136	3 249	3 364	3 481
6.	3 600	3 721	3 844	3 969	4 096	4 225	4 356	4 489	4 624	4 761
7.	4 900	5 041	5 184	5 329	5 476	5 625	5 776	5 929	6 084	6 241
8.	6 400	6 561	6 724	6 889	7 056	7 225	7 396	7 569	7 744	7 921
9.	8 100	8 281	8 464	8 649	8 836	9 025	9 216	9 409	9 604	9 801
10.	10 000	10 201	10 404	10 609	10 816	11 025	11 236	11 449	11 664	11 881
11.	12 100	12 321	12 544	12 769	12 996	13 225	13 456	13 689	13 924	14 161
12.	14 400	14 641	14 884	15 129	15 376	15 625	15 876	16 129	16 384	16 641
13.	16 900	17 161	17 424	17 689	17 956	18 225	18 496	18 769	19 044	19 321
14.	19 600	19 881	20 164	20 449	20 736	21 025	21 316	21 609	21 904	22 201
15.	22 500	22 801	23 104	23 409	23 716	24 025	24 336	24 649	24 964	25 281
16.	25 600	25 921	26 244	26 569	26 896	27 225	27 556	27 889	28 224	28 561
17.	28 900	29 241	29 584	29 929	30 276	30 625	30 976	31 329	31 684	32 041
18.	32 400	32 761	33 124	33 489	33 856	34 225	34 596	34 969	35 344	35 721
19.	36 100	36 481	36 864	37 249	37 636	38 025	38 416	38 809	39 204	39 601
20.	40 000	40 401	40 804	41 209	41 616	42 025	42 436	42 849	43 264	43 681
21.	44 100	44 521	44 944	45 369	45 796	46 225	46 656	47 089	47 524	47 961
22.	48 400	48 841	49 284	49 729	50 176	50 625	51 076	51 529	51 984	52 441
23.	52 900	53 361	53 824	54 289	54 756	55 225	55 696	56 169	56 644	57 121
24.	57 600	58 081	58 564	59 049	59 536	60 025	60 516	61 009	61 504	62 001
25.	62 500	63 001	63 504	64 009	64 516	65 025	65 536	66 049	66 564	67 081
26.	67 600	68 121	68 644	69 169	69 696	70 225	70 756	71 289	71 824	72 361
27.	72 900	73 441	73 984	74 529	75 076	75 625	76 176	76 729	77 284	77 841
28.	78 400	78 961	79 524	80 089	80 656	81 225	81 796	82 369	82 944	83 521
29.	84 100	84 681	85 264	85 849	86 436	87 025	87 616	88 209	88 804	89 401
30.	90 000	90 601	91 204	91 809	92 416	93 025	93 636	94 249	94 864	95 481
31.	96 100	96 721	97 344	97 969	98 596	99 225	99 856	100 489	101 124	101 761
32.	102 400	103 041	103 684	104 329	104 976	105 625	106 276	106 929	107 584	108 241
33.	108 900	109 561	110 224	110 889	111 556	112 225	112 896	113 569	114 244	114 921
34.	115 600	116 281	116 964	117 649	118 336	119 025	119 716	120 409	121 104	121 801
35.	122 500	123 201	123 904	124 609	125 316	126 025	126 736	127 449	128 164	128 881
36.	129 600	130 321	131 044	131 769	132 496	133 225	133 956	134 689	135 424	136 161
37.	136 900	137 641	138 384	139 129	139 876	140 625	141 376	142 129	142 884	143 641
38.	144 400	145 161	145 924	146 689	147 456	148 225	148 996	149 769	150 544	151 321
39.	152 100	152 881	153 664	154 449	155 236	156 025	156 816	157 609	158 404	159 201
40.	160 000	160 801	161 604	162 409	163 216	164 025	164 836	165 649	166 464	167 281
41.	168 100	168 921	169 744	170 569	171 396	172 225	173 056	173 889	174 724	175 561
42.	176 400	177 241	178 084	178 929	179 776	180 625	181 476	182 329	183 184	184 041
43.	184 900	185 761	186 624	187 489	188 356	189 225	190 096	190 969	191 844	192 721
44.	193 600	194 481	195 364	196 249	197 136	198 025	198 916	199 809	200 704	201 601
45.	202 500	203 401	204 304	205 209	206 116	207 025	207 936	208 849	209 764	210 681
46.	211 600	212 521	213 444	214 369	215 296	216 225	217 156	218 089	219 024	219 961
47.	220 900	221 841	222 784	223 729	224 676	225 625	226 576	227 529	228 484	229 441
48.	230 400	231 361	232 324	233 289	234 256	235 225	236 196	237 169	238 144	239 121
49.	240 100	241 081	242 064	243 049	244 036	245 025	246 016	247 009	248 004	249 001

CARRÉ DE 10 N, 100 N....,

① Carrés des puissances de 10
doubler le nombre de zéros
$10^2 = 100$
$100^2 = 10\,000$
$1000^2 = 1\,000\,000$

② Carré d'un nombre de 3 chiffres
lire la table
Ex: $135^2 = 18\,225$

③ Carré d'un nombre ayant 3 chiffres significatifs
Ex: $1340^2 = 134^2 \times 10^2 = 1\,795\,600$
$2500^2 = 25^2 \times 100^2 = 6\,250\,000$

④ Carré d'un nombre quelconque
Ex: $6253^2 \approx 6250^2 \approx 39\,062\,500$

N^2

TABLE DES CARRÉS

DES NOMBRES 500 à 999

Doc 12

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50.	250 000	251 001	252 004	253 009	254 016	255 025	256 036	257 049	258 064	259 081
51.	260 100	261 121	262 144	263 169	264 196	265 225	266 256	267 289	268 324	269 361
52.	270 400	271 441	272 484	273 529	274 576	275 625	276 676	277 729	278 784	279 841
53.	280 900	281 961	283 024	284 089	285 156	286 225	287 296	288 369	289 444	290 521
54.	291 600	292 681	293 764	294 849	295 936	297 025	298 116	299 209	300 304	301 401
55.	302 500	303 601	304 704	305 809	306 916	308 025	309 136	310 249	311 364	312 481
56.	313 600	314 721	315 844	316 969	318 096	319 225	320 356	321 489	322 624	323 761
57.	324 900	326 041	327 184	328 329	329 476	330 625	331 776	332 929	334 084	335 241
58.	336 400	337 561	338 724	339 889	341 056	342 225	343 396	344 569	345 744	346 921
59.	348 100	349 281	350 464	351 649	352 836	354 025	355 216	356 409	357 604	358 801
60.	360 000	361 201	362 404	363 609	364 816	366 025	367 236	368 449	369 664	370 881
61.	372 100	373 321	374 544	375 769	376 996	378 225	379 456	380 689	381 924	383 161
62.	384 400	385 641	386 884	388 129	389 376	390 625	391 876	393 129	394 384	395 641
63.	396 900	398 161	399 424	400 689	401 956	403 225	404 496	405 769	407 044	408 321
64.	409 600	410 881	412 164	413 449	414 736	416 025	417 316	418 609	419 904	421 201
65.	422 500	423 801	425 104	426 409	427 716	429 025	430 336	431 649	432 964	434 281
66.	435 600	436 921	438 244	439 569	440 896	442 225	443 556	444 889	446 224	447 561
67.	448 900	450 241	451 584	452 929	454 276	455 625	456 976	458 329	459 684	461 041
68.	462 400	463 761	465 124	466 489	467 856	469 225	470 596	471 969	473 344	474 721
69.	476 100	477 481	478 864	480 249	481 636	483 025	484 416	485 809	487 204	488 601
70.	490 000	491 401	492 804	494 209	495 616	497 025	498 436	499 849	501 264	502 681
71.	504 100	505 521	506 944	508 369	509 796	511 225	512 656	514 089	515 524	516 961
72.	518 400	519 841	521 284	522 729	524 176	525 625	527 076	528 529	529 984	531 441
73.	532 900	534 361	535 824	537 289	538 756	540 225	541 696	543 169	544 644	546 121
74.	547 600	549 081	550 564	552 049	553 536	555 025	556 516	558 009	559 504	561 001
75.	562 500	564 001	565 504	567 009	568 516	570 025	571 536	573 049	574 564	576 081
76.	577 600	579 121	580 644	582 169	583 696	585 225	586 756	588 289	589 824	591 361
77.	592 900	594 441	595 984	597 529	599 076	600 625	602 176	603 729	605 284	606 841
78.	608 400	609 961	611 524	613 089	614 656	616 225	617 796	619 369	620 944	622 521
79.	624 100	625 681	627 264	628 849	630 436	632 025	633 616	635 209	636 804	638 401
80.	640 000	641 601	643 204	644 809	646 416	648 025	649 636	651 249	652 864	654 481
81.	656 100	657 721	659 344	660 969	662 596	664 225	665 856	667 489	669 124	670 761
82.	672 400	674 041	675 684	677 329	678 976	680 625	682 276	683 929	685 584	687 241
83.	688 900	690 561	692 224	693 889	695 556	697 225	698 896	700 569	702 244	703 921
84.	705 600	707 281	708 964	710 649	712 336	714 025	715 716	717 409	719 104	720 801
85.	722 500	724 201	725 904	727 609	729 316	731 025	732 736	734 449	736 164	737 881
86.	739 600	741 321	743 044	744 769	746 496	748 225	749 956	751 689	753 424	755 161
87.	756 900	758 641	760 384	762 129	763 876	765 625	767 376	769 129	770 884	772 641
88.	774 400	776 161	777 924	779 689	781 456	783 225	784 996	786 769	788 544	790 321
89.	792 100	793 881	795 664	797 449	799 236	801 025	802 816	804 609	806 404	808 201
90.	810 000	811 801	813 604	815 409	817 216	819 025	820 836	822 649	824 464	826 281
91.	828 100	829 921	831 744	833 569	835 396	837 225	839 056	840 889	842 724	844 561
92.	846 400	848 241	850 084	851 929	853 776	855 625	857 476	859 329	861 184	863 041
93.	864 900	866 761	868 624	870 489	872 356	874 225	876 096	877 969	879 844	881 721
94.	883 600	885 481	887 364	889 249	891 136	893 025	894 916	896 809	898 704	900 601
95.	902 500	904 401	906 304	908 209	910 116	912 025	913 936	915 849	917 764	919 681
96.	921 600	923 521	925 444	927 369	929 296	931 225	933 156	935 089	937 024	938 961
97.	940 900	942 841	944 784	946 729	948 676	950 625	952 576	954 529	956 484	958 441
98.	960 400	962 361	964 324	966 289	968 256	970 225	972 196	974 169	976 144	978 121
99.	980 100	982 081	984 064	986 049	988 036	990 025	992 016	994 009	996 004	998 001

① CARRÉS DES NOMBRES DÉCIMAUX

Exemple:
$12{,}6^2 = 153{,}76$
carré de 126,
(2 chiffres décimaux)

Ne pas tenir compte de la virgule et effectuer le carré.
Séparer, à droite, un nombre double de chiffres décimaux:
2 si le nombre en comporte 1
4 — — — — — — — — 2
6 — — — — — — — — 3
— — —

Exemple:
$3{,}14^2 = 9{,}8596$
carré de 314,
(4 chiffres décimaux)

Doc 13

TABLE DES RACINES CARRÉES

DES NOMBRES 0 à 499

$\sqrt{N}$

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.	0,0000	1,0000	1,4142	1,7321	2,0000	2,2361	2,4495	2,6458	2,8284	3,0000
1.	3,1623	3,3166	3,4641	3,6056	3,7417	3,8730	4,0000	4,1231	4,2426	4,3589
2.	4,4721	4,5826	4,6904	4,7958	4,8990	5,0000	5,0990	5,1962	5,2915	5,3852
3.	5,4772	5,5678	5,6569	5,7446	5,8310	5,9161	6,0000	6,0828	6,1644	6,2450
4.	6,3246	6,4031	6,4807	6,5574	6,6332	6,7082	6,7823	6,8557	6,9282	7,0000
5.	7,0711	7,1414	7,2111	7,2801	7,3485	7,4162	7,4833	7,5498	7,6158	7,6811
6.	7,7460	7,8102	7,8740	7,9373	8,0000	8,0623	8,1240	8,1854	8,2462	8,3066
7.	8,3666	8,4261	8,4853	8,5440	8,6023	8,6603	8,7178	8,7750	8,8318	8,8882
8.	8,9443	9,0000	9,0554	9,1104	9,1652	9,2195	9,2736	9,3274	9,3808	9,4340
9.	9,4868	9,5394	9,5917	9,6437	9,6954	9,7468	9,7980	9,8489	9,8995	9,9499
10.	10,0000	10,0499	10,0995	10,1489	10,1980	10,2470	10,2956	10,3441	10,3923	10,4403
11.	10,4881	10,5357	10,5830	10,6301	10,6771	10,7238	10,7703	10,8167	10,8628	10,9087
12.	10,9545	11,0000	11,0454	11,0905	11,1355	11,1803	11,2250	11,2694	11,3137	11,3578
13.	11,4018	11,4455	11,4891	11,5326	11,5758	11,6190	11,6619	11,7047	11,7473	11,7898
14.	11,8322	11,8743	11,9164	11,9583	12,0000	12,0416	12,0830	12,1244	12,1655	12,2066
15.	12,2474	12,2882	12,3288	12,3693	12,4097	12,4499	12,4900	12,5300	12,5698	12,6095
16.	12,6491	12,6886	12,7279	12,7671	12,8062	12,8452	12,8841	12,9228	12,9615	13,0000
17.	13,0384	13,0767	13,1149	13,1529	13,1909	13,2288	13,2665	13,3041	13,3417	13,3791
18.	13,4164	13,4536	13,4907	13,5277	13,5647	13,6015	13,6382	13,6748	13,7113	13,7477
19.	13,7840	13,8203	13,8564	13,8924	13,9284	13,9642	14,0000	14,0357	14,0712	14,1067
20.	14,1421	14,1774	14,2127	14,2478	14,2829	14,3178	14,3527	14,3875	14,4222	14,4568
21.	14,4914	14,5258	14,5602	14,5945	14,6287	14,6629	14,6969	14,7309	14,7648	14,7986
22.	14,8324	14,8661	14,8997	14,9332	14,9666	15,0000	15,0333	15,0665	15,0997	15,1327
23.	15,1658	15,1987	15,2315	15,2643	15,2971	15,3297	15,3623	15,3948	15,4272	15,4596
24.	15,4919	15,5242	15,5563	15,5885	15,6205	15,6525	15,6844	15,7162	15,7480	15,7797
25.	15,8114	15,8430	15,8745	15,9060	15,9374	15,9687	16,0000	16,0312	16,0624	16,0935
26.	16,1245	16,1555	16,1864	16,2173	16,2481	16,2788	16,3095	16,3401	16,3707	16,4012
27.	16,4317	16,4621	16,4924	16,5227	16,5529	16,5831	16,6132	16,6433	16,6733	16,7033
28.	16,7332	16,7631	16,7929	16,8226	16,8523	16,8819	16,9115	16,9411	16,9706	17,0000
29.	17,0294	17,0587	17,0880	17,1172	17,1464	17,1756	17,2047	17,2337	17,2627	17,2916
30.	17,3205	17,3494	17,3781	17,4069	17,4356	17,4642	17,4929	17,5214	17,5499	17,5784
31.	17,6068	17,6352	17,6635	17,6918	17,7200	17,7482	17,7764	17,8045	17,8326	17,8606
32.	17,8885	17,9165	17,9444	17,9722	18,0000	18,0278	18,0555	18,0831	18,1108	18,1384
33.	18,1659	18,1934	18,2209	18,2483	18,2757	18,3030	18,3303	18,3576	18,3848	18,4120
34.	18,4391	18,4662	18,4932	18,5203	18,5472	18,5742	18,6011	18,6279	18,6548	18,6815
35.	18,7083	18,7350	18,7617	18,7883	18,8149	18,8414	18,8680	18,8944	18,9209	18,9473
36.	18,9737	19,0000	19,0263	19,0526	19,0788	19,1050	19,1311	19,1572	19,1833	19,2094
37.	19,2354	19,2614	19,2873	19,3132	19,3391	19,3649	19,3907	19,4165	19,4422	19,4679
38.	19,4936	19,5192	19,5448	19,5704	19,5959	19,6214	19,6469	19,6723	19,6977	19,7231
39.	19,7484	19,7737	19,7990	19,8242	19,8494	19,8746	19,8997	19,9249	19,9499	19,9750
40.	20,0000	20,0250	20,0499	20,0749	20,0998	20,1246	20,1494	20,1742	20,1990	20,2237
41.	20,2485	20,2731	20,2978	20,3224	20,3470	20,3715	20,3961	20,4206	20,4450	20,4695
42.	20,4939	20,5183	20,5426	20,5670	20,5913	20,6155	20,6398	20,6640	20,6882	20,7123
43.	20,7364	20,7605	20,7846	20,8087	20,8327	20,8567	20,8806	20,9045	20,9284	20,9523
44.	20,9762	21,0000	21,0238	21,0476	21,0713	21,0950	21,1187	21,1424	21,1660	21,1896
45.	21,2132	21,2368	21,2603	21,2838	21,3073	21,3307	21,3542	21,3776	21,4009	21,4243
46.	21,4476	21,4709	21,4942	21,5174	21,5407	21,5639	21,5870	21,6102	21,6333	21,6564
47.	21,6795	21,7025	21,7256	21,7486	21,7715	21,7945	21,8174	21,8403	21,8632	21,8861
48.	21,9089	21,9317	21,9545	21,9773	22,0000	22,0227	22,0454	22,0681	22,0907	22,1133
49.	22,1359	22,1585	22,1811	22,2036	22,2261	22,2486	22,2711	22,2935	22,3159	22,3383

RACINE CARRÉE DE 10 N . 100 N..... 0,1 N . 0,01 N .

① Racine carrée des puissances de 10 : diviser par 2 le nombre de zéros

$\sqrt{100} = 10$ $\sqrt{10\,000} = 100$

② Racine carrée d'un nombre de 3 chiffres : lire dans la table.

Ex. $\sqrt{961} = 31$

③ Racine carrée d'un nombre ayant 3 chiffres significatifs :

$\sqrt{12\,800} = \sqrt{128} \times \sqrt{100} = 113{,}137$

④ Racine carrée d'un nombre décimal.

Ex. $\sqrt{7{,}5} = \sqrt{\frac{750}{100}} = \frac{\sqrt{750}}{10} = 2{,}739$

$\sqrt{N}$

TABLE DES RACINES CARRÉES

DES NOMBRES 500 à 999

Doc 14

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50.	22,3607	22,3830	22,4054	22,4277	22,4499	22,4722	22,4944	22,5167	22,5389	22,5610
51.	22,5832	22,6053	22,6274	22,6495	22,6716	22,6936	22,7156	22,7376	22,7596	22,7816
52.	22,8035	22,8254	22,8473	22,8692	22,8910	22,9129	22,9347	22,9565	22,9783	23,0000
53.	23,0217	23,0434	23,0651	23,0868	23,1084	23,1301	23,1517	23,1733	23,1948	23,2164
54.	23,2379	23,2594	23,2809	23,3024	23,3238	23,3452	23,3666	23,3880	23,4094	23,4307
55.	23,4521	23,4734	23,4947	23,5160	23,5372	23,5584	23,5797	23,6008	23,6220	23,6432
56.	23,6643	23,6854	23,7065	23,7276	23,7487	23,7697	23,7908	23,8118	23,8328	23,8537
57.	23,8747	23,8956	23,9165	23,9374	23,9583	23,9792	24,0000	24,0208	24,0416	24,0624
58.	24,0832	24,1039	24,1247	24,1454	24,1661	24,1868	24,2074	24,2281	24,2487	24,2693
59.	24,2899	24,3105	24,3311	24,3516	24,3721	24,3926	24,4131	24,4336	24,4540	24,4745
60.	24,4949	24,5153	24,5357	24,5561	24,5764	24,5967	24,6171	24,6374	24,6577	24,6779
61.	24,6982	24,7184	24,7386	24,7588	24,7790	24,7992	24,8193	24,8395	24,8596	24,8797
62.	24,8998	24,9199	24,9399	24,9600	24,9800	25,0000	25,0200	25,0400	25,0599	25,0799
63.	25,0998	25,1197	25,1396	25,1595	25,1794	25,1992	25,2190	25,2389	25,2587	25,2784
64.	25,2982	25,3180	25,3377	25,3574	25,3772	25,3969	25,4165	25,4362	25,4558	25,4755
65.	25,4951	25,5147	25,5343	25,5539	25,5734	25,5930	25,6125	25,6320	25,6515	25,6710
66.	25,6905	25,7099	25,7294	25,7488	25,7682	25,7876	25,8070	25,8263	25,8457	25,8650
67.	25,8844	25,9037	25,9230	25,9422	25,9615	25,9808	26,0000	26,0192	26,0384	26,0576
68.	26,0768	26,0960	26,1151	26,1343	26,1534	26,1725	26,1916	26,2107	26,2298	26,2488
69.	26,2679	26,2869	26,3059	26,3249	26,3439	26,3629	26,3818	26,4008	26,4197	26,4386
70.	26,4575	26,4764	26,4953	26,5141	26,5330	26,5518	26,5707	26,5895	26,6083	26,6271
71.	26,6458	26,6646	26,6833	26,7021	26,7208	26,7395	26,7582	26,7769	26,7955	26,8142
72.	26,8328	26,8514	26,8701	26,8887	26,9072	26,9258	26,9444	26,9629	26,9815	27,0000
73.	27,0185	27,0370	27,0555	27,0740	27,0924	27,1109	27,1293	27,1477	27,1662	27,1846
74.	27,2029	27,2213	27,2397	27,2580	27,2764	27,2947	27,3130	27,3313	27,3496	27,3679
75.	27,3861	27,4044	27,4226	27,4408	27,4591	27,4773	27,4955	27,5136	27,5318	27,5500
76.	27,5681	27,5862	27,6043	27,6225	27,6405	27,6586	27,6767	27,6948	27,7128	27,7308
77.	27,7489	27,7669	27,7849	27,8029	27,8209	27,8388	27,8568	27,8747	27,8927	27,9106
78.	27,9285	27,9464	27,9643	27,9821	28,0000	28,0179	28,0357	28,0535	28,0713	28,0891
79.	28,1069	28,1247	28,1425	28,1603	28,1780	28,1957	28,2135	28,2312	28,2489	28,2666
80.	28,2843	28,3019	28,3196	28,3373	28,3549	28,3725	28,3901	28,4077	28,4253	28,4429
81.	28,4605	28,4781	28,4956	28,5132	28,5307	28,5482	28,5657	28,5832	28,6007	28,6182
82.	28,6356	28,6531	28,6705	28,6880	28,7054	28,7228	28,7402	28,7576	28,7750	28,7924
83.	28,8097	28,8271	28,8444	28,8617	28,8791	28,8964	28,9137	28,9310	28,9482	28,9655
84.	28,9828	29,0000	29,0172	29,0345	29,0517	29,0689	29,0861	29,1033	29,1204	29,1376
85.	29,1548	29,1719	29,1890	29,2062	29,2233	29,2404	29,2575	29,2746	29,2916	29,3087
86.	29,3258	29,3428	29,3598	29,3769	29,3939	29,4109	29,4279	29,4449	29,4618	29,4788
87.	29,4958	29,5127	29,5296	29,5466	29,5635	29,5804	29,5973	29,6142	29,6311	29,6479
88.	29,6648	29,6816	29,6985	29,7153	29,7321	29,7489	29,7658	29,7825	29,7993	29,8161
89.	29,8329	29,8496	29,8664	29,8831	29,8998	29,9166	29,9333	29,9500	29,9666	29,9833
90.	30,0000	30,0167	30,0333	30,0500	30,0666	30,0832	30,0998	30,1164	30,1330	30,1496
91.	30,1662	30,1828	30,1993	30,2159	30,2324	30,2490	30,2655	30,2820	30,2985	30,3150
92.	30,3315	30,3480	30,3645	30,3809	30,3974	30,4138	30,4302	30,4467	30,4631	30,4795
93.	30,4959	30,5123	30,5287	30,5450	30,5614	30,5778	30,5941	30,6105	30,6268	30,6431
94.	30,6594	30,6757	30,6920	30,7083	30,7246	30,7409	30,7571	30,7734	30,7896	30,8058
95.	30,8221	30,8383	30,8545	30,8707	30,8869	30,9031	30,9192	30,9354	30,9516	30,9677
96.	30,9839	31,0000	31,0161	31,0322	31,0483	31,0644	31,0805	31,0966	31,1127	31,1288
97.	31,1448	31,1609	31,1769	31,1929	31,2090	31,2250	31,2410	31,2570	31,2730	31,2890
98.	31,3050	31,3209	31,3369	31,3528	31,3688	31,3847	31,4006	31,4166	31,4325	31,4484
99.	31,4643	31,4802	31,4960	31,5119	31,5278	31,5436	31,5595	31,5753	31,5911	31,6070

① EXTRACTION DE LA RACINE CARRÉE

Exemple:

6°25	25
4	45
22°5	5
225	225
0	

1. Partager en tranches de 2 chiffres en partant de la virgule
2. Extraire la racine de la 1ère tranche ($\sqrt{6} \approx 2$)
3. Soustraire de la 1ère tranche le carré de cette racine ($6 - 2^2 = 2$)
4. Abaisser à côté du reste la 2ème tranche. Isoler le premier chiffre à droite (22,5)
5. Diviser la tranche de gauche par 2 fois la racine ($22 : 4 \approx 5$)
6. Ecrire 5 à la droite de 4 et multiplier par 5
7. Retrancher de 225... ...etc...

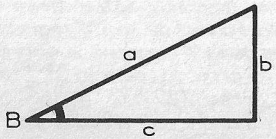
Doc 15	SINUS 0° à 45°							S
Degrés	Minutes 0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494	0,0523	87
3	0,0523	0,0552	0,0581	0,0611	0,0640	0,0669	0,0698	86
4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843	0,0872	85
5	0,0872	0,0901	0,0930	0,0959	0,0987	0,1016	0,1045	84
6	0,1045	0,1074	0,1103	0,1132	0,1161	0,1190	0,1219	83
7	0,1219	0,1248	0,1276	0,1305	0,1334	0,1363	0,1392	82
8	0,1392	0,1421	0,1449	0,1478	0,1507	0,1536	0,1564	81
9	0,1564	0,1593	0,1622	0,1651	0,1679	0,1708	0,1737	80
10	0,1737	0,1765	0,1794	0,1822	0,1851	0,1880	0,1908	79
11	0,1908	0,1937	0,1965	0,1994	0,2022	0,2051	0,2079	78
12	0,2079	0,2108	0,2136	0,2164	0,2193	0,2221	0,2250	77
13	0,2250	0,2278	0,2306	0,2335	0,2363	0,2391	0,2419	76
14	0,2419	0,2447	0,2476	0,2504	0,2532	0,2560	0,2588	75
15	0,2588	0,2616	0,2644	0,2672	0,2700	0,2728	0,2756	74
16	0,2756	0,2784	0,2812	0,2840	0,2868	0,2896	0,2924	73
17	0,2924	0,2952	0,2979	0,3007	0,3035	0,3063	0,3090	72
18	0,3090	0,3118	0,3145	0,3173	0,3201	0,3228	0,3256	71
19	0,3256	0,3283	0,3311	0,3338	0,3366	0,3393	0,3420	70
20	0,3420	0,3448	0,3475	0,3502	0,3529	0,3557	0,3584	69
21	0,3584	0,3611	0,3638	0,3665	0,3692	0,3719	0,3746	68
22	0,3746	0,3773	0,3800	0,3827	0,3854	0,3881	0,3907	67
23	0,3907	0,3934	0,3961	0,3988	0,4014	0,4041	0,4067	66
24	0,4067	0,4094	0,4120	0,4147	0,4173	0,4200	0,4226	65
25	0,4226	0,4253	0,4279	0,4305	0,4331	0,4358	0,4384	64
26	0,4384	0,4410	0,4436	0,4462	0,4488	0,4514	0,4540	63
27	0,4540	0,4566	0,4592	0,4618	0,4643	0,4669	0,4695	62
28	0,4695	0,4720	0,4746	0,4772	0,4797	0,4823	0,4848	61
29	0,4848	0,4874	0,4899	0,4924	0,4950	0,4975	0,5000	60
30	0,5000	0,5025	0,5050	0,5075	0,5100	0,5125	0,5150	59
31	0,5150	0,5175	0,5200	0,5225	0,5250	0,5275	0,5299	58
32	0,5299	0,5324	0,5348	0,5373	0,5398	0,5422	0,5446	57
33	0,5446	0,5471	0,5495	0,5519	0,5544	0,5568	0,5592	56
34	0,5592	0,5616	0,5640	0,5664	0,5688	0,5712	0,5736	55
35	0,5736	0,5760	0,5783	0,5807	0,5831	0,5854	0,5878	54
36	0,5878	0,5901	0,5925	0,5948	0,5972	0,5995	0,6018	53
37	0,6018	0,6041	0,6065	0,6088	0,6111	0,6134	0,6157	52
38	0,6157	0,6180	0,6202	0,6225	0,6248	0,6271	0,6293	51
39	0,6293	0,6316	0,6338	0,6361	0,6383	0,6406	0,6428	50
40	0,6428	0,6450	0,6472	0,6495	0,6517	0,6539	0,6561	49
41	0,6561	0,6583	0,6604	0,6626	0,6648	0,6670	0,6691	48
42	0,6691	0,6713	0,6734	0,6756	0,6777	0,6799	0,6820	47
43	0,6820	0,6841	0,6862	0,6884	0,6905	0,6926	0,6947	46
44	0,6947	0,6968	0,6988	0,7009	0,7030	0,7051	0,7071	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	Minutes							

COSINUS 45° à 90°

$\sin\widehat{B} = \frac{b}{a}$

$b = a \sin\widehat{B}$

$a = \frac{b}{\sin\widehat{B}}$



$\cos\widehat{B} = \frac{c}{a}$

$c = a \cos\widehat{B}$

$a = \frac{c}{\cos\widehat{B}}$

S	SINUS 45° à 90°							Doc 16
Degrés	Minutes 0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	0,7071	0,7092	0,7112	0,7132	0,7153	0,7173	0,7193	44
46	0,7193	0,7214	0,7234	0,7254	0,7274	0,7294	0,7313	43
47	0,7313	0,7333	0,7353	0,7373	0,7392	0,7412	0,7431	42
48	0,7431	0,7451	0,7470	0,7490	0,7509	0,7528	0,7547	41
49	0,7547	0,7566	0,7585	0,7604	0,7623	0,7642	0,7660	40
50	0,7660	0,7679	0,7698	0,7716	0,7735	0,7753	0,7771	39
51	0,7771	0,7790	0,7808	0,7826	0,7844	0,7862	0,7880	38
52	0,7880	0,7898	0,7916	0,7933	0,7951	0,7969	0,7986	37
53	0,7986	0,8004	0,8021	0,8039	0,8056	0,8073	0,8090	36
54	0,8090	0,8107	0,8124	0,8141	0,8158	0,8175	0,8191	35
55	0,8191	0,8208	0,8225	0,8241	0,8258	0,8274	0,8290	34
56	0,8290	0,8307	0,8323	0,8339	0,8355	0,8371	0,8387	33
57	0,8387	0,8403	0,8418	0,8434	0,8450	0,8465	0,8481	32
58	0,8481	0,8496	0,8511	0,8526	0,8542	0,8557	0,8572	31
59	0,8572	0,8587	0,8602	0,8616	0,8631	0,8646	0,8660	30
60	0,8660	0,8675	0,8689	0,8704	0,8718	0,8732	0,8746	29
61	0,8746	0,8760	0,8774	0,8788	0,8802	0,8816	0,8830	28
62	0,8830	0,8843	0,8857	0,8870	0,8884	0,8897	0,8910	27
63	0,8910	0,8923	0,8936	0,8949	0,8962	0,8975	0,8988	26
64	0,8988	0,9001	0,9013	0,9026	0,9038	0,9051	0,9063	25
65	0,9063	0,9075	0,9088	0,9100	0,9112	0,9124	0,9136	24
66	0,9136	0,9147	0,9159	0,9171	0,9182	0,9194	0,9205	23
67	0,9205	0,9216	0,9228	0,9239	0,9250	0,9261	0,9272	22
68	0,9272	0,9283	0,9293	0,9304	0,9315	0,9325	0,9336	21
69	0,9336	0,9346	0,9357	0,9367	0,9377	0,9387	0,9397	20
70	0,9397	0,9407	0,9417	0,9426	0,9436	0,9446	0,9455	19
71	0,9455	0,9465	0,9474	0,9483	0,9492	0,9501	0,9511	18
72	0,9511	0,9520	0,9528	0,9537	0,9546	0,9555	0,9563	17
73	0,9563	0,9572	0,9580	0,9588	0,9596	0,9605	0,9613	16
74	0,9613	0,9621	0,9629	0,9636	0,9644	0,9652	0,9659	15
75	0,9659	0,9667	0,9674	0,9682	0,9689	0,9696	0,9703	14
76	0,9703	0,9710	0,9717	0,9724	0,9730	0,9737	0,9744	13
77	0,9744	0,9750	0,9757	0,9763	0,9769	0,9775	0,9782	12
78	0,9782	0,9788	0,9793	0,9799	0,9805	0,9811	0,9816	11
79	0,9816	0,9822	0,9827	0,9832	0,9838	0,9843	0,9848	10
80	0,9848	0,9853	0,9858	0,9863	0,9868	0,9872	0,9877	9
81	0,9877	0,9881	0,9886	0,9890	0,9894	0,9899	0,9903	8
82	0,9903	0,9907	0,9911	0,9914	0,9918	0,9922	0,9925	7
83	0,9925	0,9929	0,9932	0,9936	0,9939	0,9942	0,9945	6
84	0,9945	0,9948	0,9951	0,9954	0,9957	0,9959	0,9962	5
85	0,9962	0,9964	0,9967	0,9969	0,9971	0,9974	0,9976	4
86	0,9976	0,9978	0,9980	0,9981	0,9983	0,9985	0,9986	3
87	0,9986	0,9988	0,9989	0,9990	0,9992	0,9993	0,9994	2
88	0,9994	0,9995	0,9996	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998	1
89	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	1,0000	1,0000	0
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	Minutes							

COSINUS 0° à 45°

LECTURE DIRECTE	CALCUL UTILISANT LA DIFFERENCE TABULAIRE	LECTURE DIRECTE
Exemple: sin 20°10'=0,3448	sin 20°16'	Exemple: cos 25°40'=0,9013
A retenir sin 30°=0,5 sin 45°=0,707 sin 60°=0,866	sin 20°20'= 0,3475 sin 20°10'= 0,3448 différence 10' Δ = 27 pour 6 = $\frac{27 \times 6}{10}$ = 16 différence Δ' = 0,0016 sin 20°10' = 0,3448 sin 20°16' = 0,3464	A retenir cos 30°=0,866 cos 45°=0,707 cos 60°=0,5

Doc 17

TANGENTE 0° à 45°

T

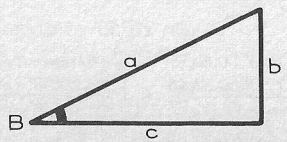
Degrés	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
	Minutes							
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145	0,0175	89
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320	0,0349	88
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0437	0,0466	0,0495	0,0524	87
3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0612	0,0641	0,0670	0,0699	86
4	0,0699	0,0729	0,0758	0,0787	0,0816	0,0846	0,0875	85
5	0,0875	0,0904	0,0934	0,0963	0,0992	0,1022	0,1051	84
6	0,1051	0,1081	0,1110	0,1139	0,1169	0,1198	0,1228	83
7	0,1228	0,1257	0,1287	0,1317	0,1346	0,1376	0,1405	82
8	0,1405	0,1435	0,1465	0,1495	0,1524	0,1554	0,1584	81
9	0,1584	0,1614	0,1644	0,1673	0,1703	0,1733	0,1763	80
10	0,1763	0,1793	0,1823	0,1853	0,1884	0,1914	0,1944	79
11	0,1944	0,1974	0,2004	0,2035	0,2065	0,2095	0,2126	78
12	0,2126	0,2156	0,2186	0,2217	0,2248	0,2278	0,2309	77
13	0,2309	0,2339	0,2370	0,2401	0,2432	0,2462	0,2493	76
14	0,2493	0,2524	0,2555	0,2586	0,2617	0,2648	0,2680	75
15	0,2680	0,2711	0,2742	0,2773	0,2805	0,2836	0,2868	74
16	0,2868	0,2899	0,2931	0,2962	0,2994	0,3027	0,3057	73
17	0,3057	0,3089	0,3121	0,3153	0,3185	0,3217	0,3249	72
18	0,3249	0,3281	0,3314	0,3346	0,3378	0,3411	0,3443	71
19	0,3443	0,3476	0,3508	0,3541	0,3574	0,3607	0,3640	70
20	0,3640	0,3673	0,3706	0,3739	0,3772	0,3805	0,3839	69
21	0,3839	0,3872	0,3906	0,3939	0,3973	0,4007	0,4040	68
22	0,4040	0,4074	0,4108	0,4142	0,4176	0,4211	0,4245	67
23	0,4245	0,4279	0,4314	0,4348	0,4383	0,4418	0,4452	66
24	0,4452	0,4487	0,4522	0,4557	0,4592	0,4628	0,4663	65
25	0,4663	0,4699	0,4734	0,4770	0,4806	0,4841	0,4877	64
26	0,4877	0,4913	0,4950	0,4986	0,5022	0,5059	0,5095	63
27	0,5095	0,5132	0,5169	0,5206	0,5243	0,5280	0,5317	62
28	0,5317	0,5355	0,5392	0,5430	0,5467	0,5505	0,5543	61
29	0,5543	0,5581	0,5619	0,5658	0,5696	0,5735	0,5774	60
30	0,5774	0,5812	0,5851	0,5891	0,5930	0,5969	0,6009	59
31	0,6009	0,6048	0,6088	0,6128	0,6168	0,6208	0,6249	58
32	0,6249	0,6289	0,6330	0,6371	0,6412	0,6453	0,6494	57
33	0,6494	0,6536	0,6577	0,6619	0,6661	0,6703	0,6745	56
34	0,6745	0,6788	0,6830	0,6873	0,6916	0,6959	0,7002	55
35	0,7002	0,7046	0,7089	0,7133	0,7177	0,7221	0,7265	54
36	0,7265	0,7310	0,7355	0,7400	0,7445	0,7490	0,7536	53
37	0,7536	0,7581	0,7627	0,7673	0,7720	0,7766	0,7813	52
38	0,7813	0,7860	0,7907	0,7954	0,8002	0,8050	0,8098	51
39	0,8098	0,8146	0,8195	0,8243	0,8292	0,8342	0,8391	50
40	0,8391	0,8441	0,8491	0,8541	0,8591	0,8642	0,8693	49
41	0,8693	0,8744	0,8796	0,8847	0,8899	0,8952	0,9004	48
42	0,9004	0,9057	0,9110	0,9163	0,9217	0,9271	0,9325	47
43	0,9325	0,9380	0,9435	0,9490	0,9545	0,9601	0,9657	46
44	0,9657	0,9713	0,9770	0,9827	0,9884	0,9942	1,0000	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	Minutes							

COTANGENTE 45° à 90°

$tg\widehat{B} = \frac{b}{c}$

$b = c\ tg\widehat{B}$

$c = \frac{b}{tg\widehat{B}}$



$cotg\widehat{B} = \frac{c}{b}$

$b = \frac{c}{cotg\widehat{B}}$

$c = b\ cotg\widehat{B}$

T

TANGENTE 45° à 90°

Doc 18

Degrés	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
	Minutes							
45	1,0000	1,0058	1,0117	1,0176	1,0236	1,0295	1,0355	44
46	1,0355	1,0416	1,0477	1,0538	1,0599	1,0661	1,0724	43
47	1,0724	1,0786	1,0850	1,0913	1,0977	1,1041	1,1106	42
48	1,1106	1,1171	1,1237	1,1303	1,1369	1,1436	1,1504	41
49	1,1504	1,1572	1,1640	1,1709	1,1778	1,1847	1,1918	40
50	1,1918	1,1988	1,2059	1,2131	1,2203	1,2276	1,2349	39
51	1,2349	1,2423	1,2497	1,2572	1,2647	1,2723	1,2799	38
52	1,2799	1,2876	1,2954	1,3032	1,3111	1,3190	1,3270	37
53	1,3270	1,3351	1,3432	1,3514	1,3597	1,3680	1,3764	36
54	1,3764	1,3848	1,3934	1,4020	1,4106	1,4193	1,4281	35
55	1,4281	1,4370	1,4460	1,4550	1,4641	1,4733	1,4826	34
56	1,4826	1,4919	1,5013	1,5108	1,5204	1,5301	1,5399	33
57	1,5399	1,5497	1,5597	1,5697	1,5798	1,5900	1,6003	32
58	1,6003	1,6107	1,6213	1,6319	1,6426	1,6534	1,6643	31
59	1,6643	1,6753	1,6864	1,6977	1,7090	1,7205	1,7321	30
60	1,7321	1,7438	1,7556	1,7675	1,7796	1,7917	1,8041	29
61	1,8041	1,8165	1,8291	1,8418	1,8546	1,8676	1,8807	28
62	1,8807	1,8940	1,9074	1,9210	1,9347	1,9486	1,9626	27
63	1,9626	1,9768	1,9912	2,0057	2,0204	2,0353	2,0503	26
64	2,0503	2,0655	2,0809	2,0965	2,1123	2,1283	2,1445	25
65	2,1445	2,1609	2,1775	2,1943	2,2113	2,2286	2,2460	24
66	2,2460	2,2637	2,2817	2,2998	2,3183	2,3369	2,3559	23
67	2,3559	2,3750	2,3945	2,4142	2,4342	2,4545	2,4751	22
68	2,4751	2,4960	2,5172	2,5387	2,5605	2,5826	2,6051	21
69	2,6051	2,6279	2,6511	2,6746	2,6985	2,7228	2,7475	20
70	2,7475	2,7725	2,7980	2,8239	2,8502	2,8770	2,9042	19
71	2,9042	2,9319	2,9600	2,9887	3,0178	3,0475	3,0777	18
72	3,0777	3,1084	3,1397	3,1716	3,2041	3,2371	3,2709	17
73	3,2709	3,3052	3,3402	3,3759	3,4124	3,4495	3,4874	16
74	3,4874	3,5261	3,5656	3,6059	3,6471	3,6891	3,7321	15
75	3,7321	3,7760	3,8208	3,8667	3,9136	3,9617	4,0108	14
76	4,0108	4,0611	4,1126	4,1653	4,2193	4,2747	4,3315	13
77	4,3315	4,3897	4,4494	4,5107	4,5736	4,6383	4,7046	12
78	4,7046	4,7729	4,8430	4,9152	4,9894	5,0658	5,1446	11
79	5,1446	5,2257	5,3093	5,3955	5,4845	5,5764	5,6713	10
80	5,6713	5,7694	5,8708	5,9758	6,0844	6,1970	6,3138	9
81	6,3138	6,4348	6,5606	6,6912	6,8269	6,9682	7,1154	8
82	7,1154	7,2687	7,4287	7,5958	7,7704	7,9530	8,1444	7
83	8,1444	8,3450	8,5556	8,7769	9,0098	9,2553	9,5144	6
84	9,5144	9,7882	10,0780	10,3854	10,7119	11,0594	11,4301	5
85	11,4301	11,8262	12,2505	12,7062	13,1969	13,7267	14,3007	4
86	14,3007	14,9244	15,6048	16,3499	17,1693	18,0750	19,0811	3
87	19,0811	20,2056	21,4704	22,9038	24,5418	26,4316	28,6363	2
88	28,6363	31,2416	34,3678	38,1885	42,9641	49,1039	57,2900	1
89	57,2900	68,7501	85,9398	114,5887	171,8854	343,7737		0
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	Minutes							

COTANGENTE 0° à 45°

LECTURE DIRECTE	CONVERSION	LECTURE DIRECTE
tg 23°40' = 0,4383	Pente en % ⟶ ⟵ Angle en degrés	cotg 39°10' = 1,2276
A retenir tg 30° = 0,5773 tg 45° = 1,0000 tg 60° = 1,7320	Pente = tg α × 100 Exemple : α = 6° Pente = tg 6° × 100 = 10,51 %	A retenir cotg 30° = 1,7320 cotg 45° = 1,0000 cotg 60° = 0,5773

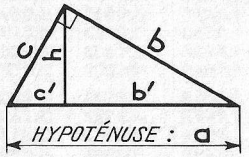
Doc 19 — TRIANGLE RECTANGLE

RELATIONS MÉTRIQUES

$a^2 = b^2 + c^2$

$b^2 = a^2 - c^2$

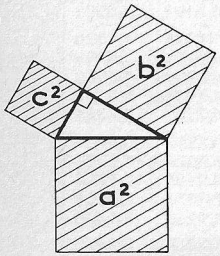
$c^2 = a^2 - b^2$



$b^2 = a\,b'$

$c^2 = a\,c'$

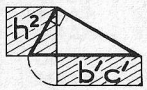
$h = \dfrac{b\,c}{a}$

① 

Exemple : $b = 12$, $c = 15$

$a^2 = 12^2 + 15^2 = 369$

$a = \sqrt{369} = 19{,}21$

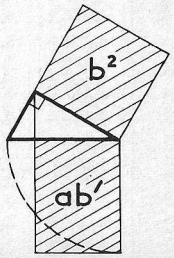
② 

$h^2 = b'c'$

Exemple : $b' = 14$, $c' = 5$

$h^2 = 14 \times 5 = 70$

$h = \sqrt{70} = 8{,}37$

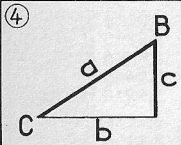
③ 

Exemple : $b' = 6$, $c' = 10$

$b^2 = 16 \times 6 = 96$; $b = \sqrt{96}$

$c^2 = 16 \times 10 = 160$; $c = \sqrt{160}$

RELATIONS TRIGONOMÉTRIQUES

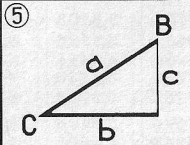
④ 

On connaît a *et* c

$\sin \hat{C} = c : a$

$\cos \hat{B} = c : a$

$b = c \operatorname{tg} \hat{B}$

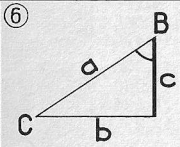
⑤ 

On connaît a *et* b

$\sin \hat{B} = b : a$

$\cos \hat{C} = b : a$

$c = b \operatorname{tg} \hat{C}$

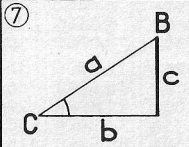
⑥ 

On connaît c *et* $\hat{B}$

$\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}$

$a = c : \cos \hat{B}$

$b = c \operatorname{tg} \hat{B}$

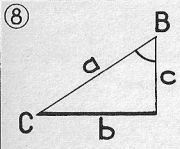
⑦ 

On connaît c *et* $\hat{C}$

$\hat{B} = 90^\circ - \hat{C}$

$a = c : \sin \hat{C}$

$b = c \operatorname{cotg} \hat{C}$

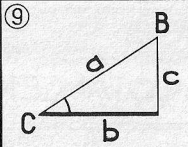
⑧ 

On connaît b *et* $\hat{B}$

$\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}$

$a = b : \sin \hat{B}$

$c = b \operatorname{cotg} \hat{B}$

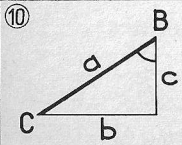
⑨ 

On connaît b *et* $\hat{C}$

$\hat{B} = 90^\circ - \hat{C}$

$a = b : \cos \hat{C}$

$c = b \operatorname{tg} \hat{C}$

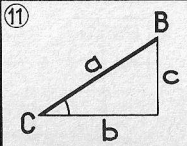
⑩ 

On connaît a *et* $\hat{B}$

$\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}$

$b = a \sin \hat{B}$

$c = a \cos \hat{B}$

⑪ 

On connaît a *et* $\hat{C}$

$\hat{B} = 90^\circ - \hat{C}$

$b = a \cos \hat{C}$

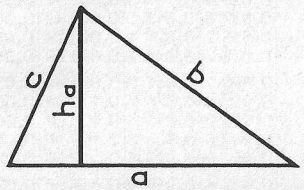
$c = a \sin \hat{C}$

Les valeurs de SIN, COS, TG, COTG sont lues dans les tables (Doc 15,16,17,18)

TRIANGLE QUELCONQUE — Doc 20

RELATIONS MÉTRIQUES

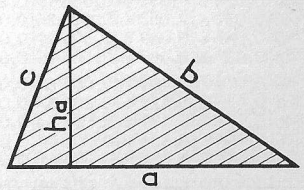
① HAUTEUR (h)



$h_a = \dfrac{2}{a}\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

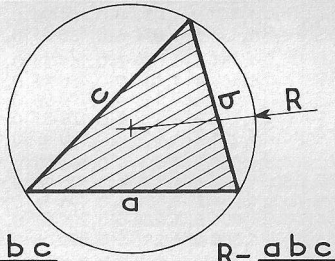
p *ou* $\frac{1}{2}$ *périmètre* $= (a+b+c) : 2$

② SURFACE (S)



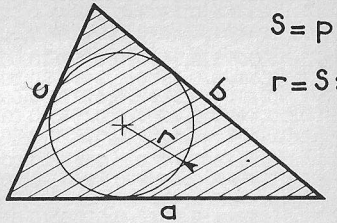
$S = \dfrac{a\,h_a}{2}$

③ CERCLE CIRCONSCRIT



$S = \dfrac{a\,b\,c}{4R}$ $\qquad R = \dfrac{a\,b\,c}{4S}$

④ CERCLE INSCRIT

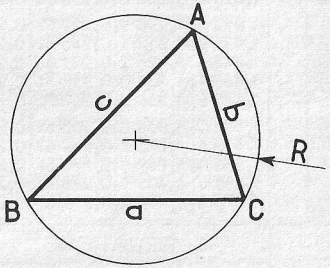


$S = p\,r$

$r = S : p$

p *ou* $\frac{1}{2}$ *périmètre* $= (a+b+c) : 2$

RELATIONS TRIGONOMÉTRIQUES

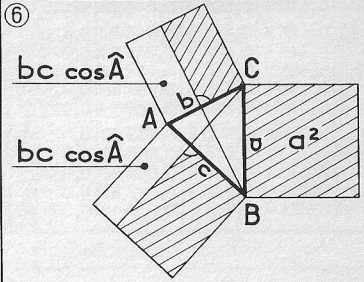
⑤ 

$\dfrac{a}{\sin \hat{A}} = \dfrac{b}{\sin \hat{B}} = \dfrac{c}{\sin \hat{C}} = 2R$

$a = 2R \sin \hat{A}$ $\qquad \sin \hat{A} = a : 2R$

$b = 2R \sin \hat{B}$ $\qquad \sin \hat{B} = b : 2R$

$c = 2R \sin \hat{C}$ $\qquad \sin \hat{C} = c : 2R$

⑥ 

$a^2 = b^2 + c^2 - 2\,b\,c \cos \hat{A}$

Si $\hat{A} > 90^\circ$

son supplément $\alpha = 180^\circ - \hat{A}$;

donc $\alpha < 90^\circ$ *et* $\cos \hat{A} = -\cos \alpha$

$a^2 = b^2 + c^2 + 2\,b\,c \cos \alpha$

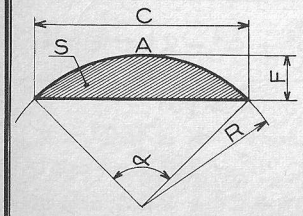
Les valeurs de SIN, COS, TG, COTG sont lues dans les tables (Doc 15,16,17,18)

Doc 21

ARC, CORDE, FLÈCHE, SEGMENT

RAYON = 1 — α = 1° à 90°

α	N	A	C	F	S	α	N	A	C	F	S
1	360	0,017 5	0,017 5	0,000 04	0,000 00	46		0,802 9	0,781 5	0,079 50	0,041 76
2	180	0,034 9	0,034 9	0,000 15	0,000 00	47		0,820 3	0,797 5	0,082 94	0,044 48
3	120	0,052 4	0,052 4	0,000 34	0,000 01	48		0,837 8	0,813 5	0,086 45	0,047 31
4	90	0,069 8	0,069 8	0,000 61	0,000 03	49		0,855 2	0,829 4	0,090 04	0,050 25
5	72	0,087 3	0,087 2	0,000 95	0,000 06	50		0,872 7	0,845 2	0,093 69	0,053 31
6	60	0,104 7	0,104 7	0,001 37	0,000 10	51		0,890 1	0,861 0	0,097 41	0,056 49
7		0,122 2	0,122 1	0,001 87	0,000 15	52		0,907 6	0,876 7	0,101 21	0,059 78
8	45	0,139 6	0,139 5	0,002 44	0,000 23	53		0,925 0	0,892 4	0,105 07	0,063 19
9	40	0,157 1	0,156 9	0,003 08	0,000 32	54		0,942 5	0,908 0	0,108 99	0,066 73
10	36	0,174 5	0,174 3	0,003 81	0,000 44	55		0,959 9	0,923 5	0,112 99	0,070 39
11		0,192 0	0,191 7	0,004 60	0,000 59	56		0,977 4	0,938 9	0,117 05	0,074 17
12	30	0,209 4	0,209 1	0,005 48	0,000 76	57		0,994 8	0,954 3	0,121 18	0,078 08
13		0,226 9	0,226 4	0,006 43	0,000 97	58		1,012 3	0,969 6	0,125 38	0,082 12
14		0,244 3	0,243 7	0,007 45	0,001 21	59		1,029 7	0,984 8	0,129 64	0,086 29
15	24	0,261 8	0,261 1	0,008 56	0,001 49	60	6	1,047 2	1,000 0	0,133 97	0,090 59
16		0,279 3	0,278 3	0,009 73	0,001 81	61		1,064 7	1,015 1	0,138 37	0,095 02
17		0,296 7	0,295 6	0,010 98	0,002 17	62		1,082 1	1,030 1	0,142 83	0,099 58
18	20	0,314 2	0,312 9	0,012 31	0,002 57	63		1,099 6	1,045 0	0,147 36	0,104 28
19		0,331 6	0,330 1	0,013 71	0,003 02	64		1,117 0	1,059 8	0,151 95	0,109 11
20	18	0,349 1	0,347 3	0,015 19	0,003 52	65		1,134 5	1,074 6	0,156 61	0,114 08
21		0,366 5	0,364 5	0,016 75	0,004 08	66		1,151 9	1,089 3	0,161 33	0,119 19
22		0,384 0	0,381 6	0,018 37	0,004 68	67		1,169 4	1,103 9	0,166 11	0,124 43
23		0,401 4	0,398 7	0,020 08	0,005 35	68		1,186 8	1,118 4	0,170 96	0,129 82
24	15	0,418 9	0,415 8	0,021 85	0,006 07	69		1,204 3	1,132 8	0,175 87	0,135 35
25		0,436 3	0,432 9	0,023 70	0,006 86	70		1,221 7	1,147 2	0,180 85	0,141 02
26		0,453 8	0,449 9	0,025 63	0,007 71	71		1,239 2	1,161 4	0,185 88	0,146 83
27		0,471 2	0,466 9	0,027 63	0,008 62	72	5	1,256 6	1,175 6	0,190 98	0,152 79
28		0,488 7	0,483 8	0,029 69	0,009 61	73		1,274 1	1,189 6	0,196 14	0,158 89
29		0,506 1	0,500 8	0,031 85	0,010 67	74		1,291 5	1,203 6	0,201 36	0,165 14
30	12	0,523 6	0,517 6	0,034 07	0,011 80	75		1,309 0	1,217 5	0,206 65	0,171 54
31		0,541 1	0,534 5	0,036 37	0,013 01	76		1,326 5	1,231 3	0,211 99	0,178 08
32		0,558 5	0,551 2	0,038 74	0,014 29	77		1,343 9	1,245 0	0,217 39	0,184 77
33		0,576 0	0,568 0	0,041 18	0,015 66	78		1,361 4	1,258 6	0,222 85	0,191 60
34		0,593 4	0,584 7	0,043 70	0,017 11	79		1,378 8	1,272 2	0,228 38	0,198 59
35		0,610 9	0,601 4	0,046 28	0,018 64	80		1,396 3	1,285 6	0,233 96	0,205 73
36	10	0,628 3	0,618 0	0,048 94	0,020 27	81		1,413 7	1,298 9	0,239 59	0,213 01
37		0,645 8	0,634 6	0,051 68	0,021 98	82		1,431 2	1,312 1	0,245 29	0,220 45
38		0,663 2	0,651 1	0,054 48	0,023 78	83		1,448 6	1,325 2	0,251 04	0,228 04
39		0,680 7	0,667 6	0,057 36	0,025 68	84		1,466 1	1,338 3	0,256 86	0,235 78
40	9	0,698 1	0,684 0	0,060 31	0,027 67	85		1,483 5	1,351 2	0,262 72	0,243 67
41		0,715 6	0,700 4	0,063 33	0,029 76	86		1,501 0	1,364 0	0,268 65	0,251 71
42		0,733 0	0,716 7	0,066 42	0,031 95	87		1,518 4	1,376 7	0,274 63	0,259 90
43		0,750 5	0,733 0	0,069 58	0,034 25	88		1,535 9	1,389 3	0,280 66	0,268 25
44		0,767 9	0,749 2	0,072 81	0,036 64	89		1,553 3	1,401 8	0,286 75	0,276 75
45	8	0,785 4	0,765 4	0,076 12	0,039 15	90	4	1,570 8	1,414 2	0,292 89	0,285 40



α = Angle

R = Rayon

A = Arc

C = Corde

F = Flèche

S = Segment

RELATIONS

Corde $C = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$

ou $C = 2\sqrt{2RF - F^2}$

Flèche $F = R\left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$

ou $F = R - \sqrt{R^2 - \frac{C^2}{4}}$

Arc A: $A = \frac{\pi R \alpha}{180}$

Rayon R: $R = \frac{C^2}{8F} + \frac{F}{2}$

Doc 22

ARC, CORDE, FLÈCHE, SEGMENT

RAYON = 1 — α = 91° à 180°

α	N	A	C	F	S	α	N	A	C	F	S
91		1,588 2	1,426 5	0,299 09	0,294 20	136		2,373 6	1,854 4	0,625 39	0,839 49
92		1,605 7	1,438 7	0,305 34	0,303 16	137		2,391 1	1,860 8	0,633 50	0,854 55
93		1,623 2	1,450 7	0,311 65	0,312 26	138		2,408 6	1,867 2	0,641 63	0,869 71
94		1,640 6	1,462 7	0,318 00	0,321 52	139		2,426 0	1,873 3	0,649 79	0,884 97
95		1,658 0	1,474 6	0,324 41	0,330 93	140		2,443 5	1,879 4	0,657 98	0,900 34
96		1,675 5	1,486 3	0,330 87	0,340 50	141		2,460 9	1,885 3	0,666 19	0,915 80
97		1,693 0	1,497 9	0,337 38	0,350 21	142		2,478 4	1,891 0	0,674 43	0,931 35
98		1,710 4	1,509 4	0,343 94	0,360 08	143		2,495 8	1,896 6	0,682 70	0,947 00
99		1,727 9	1,520 8	0,350 55	0,370 09	144		2,513 3	1,902 1	0,690 98	0,962 74
100		1,745 3	1,532 1	0,357 21	0,380 26	145		2,530 7	1,907 4	0,699 29	0,978 58
101		1,762 8	1,543 2	0,363 92	0,390 58	146		2,548 2	1,912 6	0,707 63	0,994 49
102		1,780 2	1,554 3	0,370 68	0,401 04	147		2,565 6	1,917 6	0,715 98	1,010 50
103		1,797 7	1,565 2	0,377 49	0,411 66	148		2,583 1	1,922 5	0,724 36	1,026 58
104		1,815 1	1,576 0	0,384 34	0,422 42	149		2,600 5	1,927 3	0,732 76	1,042 75
105		1,832 6	1,586 7	0,391 24	0,433 34	150		2,618 0	1,931 9	0,741 18	1,059 00
106		1,850 0	1,597 3	0,398 18	0,444 39	151		2,635 4	1,936 3	0,749 62	1,075 32
107		1,867 5	1,607 7	0,405 18	0,455 60	152		2,652 9	1,940 6	0,758 08	1,091 71
108		1,885 0	1,618 0	0,412 21	0,466 95	153		2,670 4	1,944 7	0,766 55	1,108 18
109		1,902 4	1,628 2	0,419 30	0,478 44	154		2,687 8	1,948 7	0,775 05	1,124 72
110		1,919 9	1,638 3	0,426 42	0,490 08	155		2,705 3	1,952 6	0,783 56	1,141 32
111		1,937 3	1,648 3	0,433 59	0,501 87	156		2,722 7	1,956 3	0,792 09	1,157 99
112		1,954 8	1,658 1	0,440 81	0,513 79	157		2,740 2	1,959 8	0,800 63	1,174 72
113		1,972 2	1,667 8	0,448 06	0,525 86	158		2,757 6	1,963 2	0,809 19	1,191 51
114		1,989 7	1,677 3	0,455 36	0,538 07	159		2,775 1	1,966 5	0,817 76	1,208 35
115		2,007 1	1,686 8	0,462 70	0,550 41	160		2,792 5	1,969 6	0,826 35	1,225 25
116		2,024 6	1,696 1	0,470 08	0,562 89	161		2,810 0	1,972 6	0,834 95	1,242 21
117		2,042 0	1,705 3	0,477 50	0,575 51	162		2,827 4	1,975 4	0,843 57	1,259 21
118		2,059 5	1,714 3	0,484 96	0,588 27	163		2,844 9	1,978 0	0,852 19	1,276 26
119		2,076 9	1,723 3	0,492 46	0,601 16	164		2,862 3	1,980 5	0,860 83	1,293 35
120	3	2,094 4	1,732 1	0,500 00	0,614 18	165		2,879 8	1,982 9	0,869 47	1,310 49
121		2,111 8	1,740 7	0,507 58	0,627 34	166		2,897 2	1,985 1	0,878 13	1,327 66
122		2,129 3	1,749 2	0,515 19	0,640 63	167		2,914 7	1,987 1	0,886 80	1,344 87
123		2,146 8	1,757 6	0,522 84	0,654 04	168		2,932 2	1,989 0	0,895 47	1,362 12
124		2,164 2	1,765 9	0,530 53	0,667 59	169		2,949 6	1,990 8	0,904 15	1,379 40
125		2,181 7	1,774 0	0,538 25	0,681 25	170		2,967 1	1,992 4	0,912 84	1,396 71
126		2,199 1	1,782 0	0,546 01	0,695 05	171		2,984 5	1,993 8	0,921 54	1,414 04
127		2,216 6	1,789 9	0,553 80	0,708 97	172		3,002 0	1,995 1	0,930 24	1,431 40
128		2,234 0	1,797 6	0,561 63	0,723 01	173		3,019 4	1,996 3	0,938 95	1,448 78
129		2,251 5	1,805 2	0,569 49	0,737 16	174		3,036 9	1,997 3	0,947 66	1,466 17
130		2,268 9	1,812 6	0,577 38	0,751 44	175		3,054 3	1,998 1	0,956 38	1,483 59
131		2,286 4	1,819 9	0,585 31	0,765 84	176		3,071 8	1,998 8	0,965 10	1,501 01
132		2,303 8	1,827 1	0,593 26	0,780 34	177		3,089 2	1,999 3	0,973 82	1,518 45
133		2,321 3	1,834 1	0,601 25	0,794 97	178		3,106 7	1,999 7	0,982 55	1,535 89
134		2,338 7	1,841 0	0,609 27	0,809 70	179		3,124 1	1,999 9	0,991 27	1,553 34
135		2,356 2	1,847 8	0,617 32	0,824 54	180		3,141 6	2,000 0	1,000 00	1,570 80

NOMBRE DE CÔTÉS (N) DU POLYGONE RÉGULIER

UTILISATION DE LA TABLE : Exemple α = 45°

Lecture sur table	En fonction de R	Application : R = 20 mm
A = 0,785 4	Arc = A . R	Arc = 0,785 4 x 20 = 15,708 mm
C = 0,765 4	Corde = C . R	Corde = 0,765 4 x 20 = 15,308 mm
F = 0,076 12	Flèche = F . R	Flèche = 0,076 12 x 20 = 1,522 mm
S = 0,039 15	Segment = S . R^2	Segment = 0,039 15 x 20^2 = 15,66 mm^2

Doc 23

CIRCONFÉRENCE

πD

D	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.	0	3,142	6,283	9,425	12,566	15,708	18,850	21,991	25.133	28,274
1.	31,416	34,558	37,699	40,841	43,982	47,124	50,265	53,407	56,549	59,690
2.	62,832	65,973	69,115	72,257	75,398	78,540	81,681	84,823	87,965	91,106
3.	94,248	97,389	100,531	103,673	106,814	109,956	113,097	116,239	119,381	122,522
4.	125,664	128,806	131,947	135,089	138,230	141,370	144,514	147,655	150,797	153,938
5.	157,08	160,22	163,36	166,50	169,65	172,79	175,93	179,07	182,21	185,35
6.	188,50	191,64	194,78	197,92	201,06	204,20	207,35	210,49	213,63	216,77
7.	219,91	223,05	226,19	229,34	232,48	235,62	238,76	241,90	245,04	248,19
8.	251,33	254,47	257,61	260,75	263,89	267,04	270,18	273,32	276,46	279,60
9.	282,74	285,88	289,03	292,17	295,31	298,45	301,59	304,73	307,88	311,02
10.	314,16	317,30	320,44	323,58	326,73	329,87	333,01	336,15	339,29	342,43
11.	345,58	348,72	351,86	355,00	358,14	361,28	364,42	367,57	370,71	373,85
12.	376,99	380,13	383,27	386,42	389,56	392,70	395,84	398,98	402,12	405,27
13.	408,41	411,55	414,69	417,83	420,97	424,12	427,26	430,40	433,54	436,68
14.	439,82	442,96	446,11	449,25	452,39	455,53	458,67	461,81	464,96	468,10
15.	471,24	474,38	477,52	480,66	483,81	486,95	490,09	493,23	496,37	499,51
16.	502,65	505,80	508,94	512,08	515,22	518,36	521,50	524,65	527,79	530,93
17.	534,07	537,21	540,35	543,50	546,64	549,78	552,92	556,06	559,20	562,35
18.	565,49	568,63	571,77	574,91	578,05	581,19	584,34	587,48	590,62	593,76
19.	596,90	600,04	603,19	606,33	609,47	612,61	615,75	618,89	622,04	625,18
20.	628,32	631,46	634,60	637,74	640,88	644,03	647,17	650,31	653,45	656,59
21.	659,73	662,88	666,02	669,16	672,30	675,44	678,58	681,73	684,87	688,01
22.	691,15	694,29	697,43	700,58	703,72	706,86	710,00	713,14	716,28	719,42
23.	722,57	725,71	728,85	731,99	735,13	738,27	741,42	744,56	747,70	750,84
24.	753,98	757,12	760,27	763,41	766,55	769,69	772,83	775,97	779,11	782,26
25.	785,40	788,54	791,68	794,82	797,96	801,11	804,25	807,39	810,53	813,67
26.	816,81	819,96	823,10	826,24	829,38	832,52	835,66	838,81	841,95	845,09
27.	848,23	851,37	854,51	857,65	860,80	863,94	867,08	870,22	873,36	876,50
28.	879,65	882,79	885,93	889,07	892,21	895,35	898,50	901,64	904,78	907,92
29.	911,06	914,20	917,35	920,49	923,63	926,77	929,91	933,05	936,19	939,34

Exemple: Longueur de la circonférence de diamètre 142 mm
lire: 446,11 mm

Exemple: Diamètre de la circonférence de longueur 860 mm
lire: 274 mm, environ

Développement de la circonférence $= \pi D$

$$\pi = \frac{\text{CIRCONFÉRENCE}}{\text{DIAMÈTRE}}$$

$$\pi = 3{,}14159\ldots$$

LONGUEUR DES ARCS DE RAYON = 1

°	VALEURS	′	VALEURS	″	VALEURS
1	0,0175	1	0,000 291	1	0,000 005
2	0,0349	2	0,000 582	2	0,000 010
3	0,0524	3	0,000 873	3	0,000 015
4	0,0698	4	0,001 164	4	0,000 019
5	0,0873	5	0,001 454	5	0,000 024
6	0,1047	6	0,001 745	6	0,000 029
7	0,1222	7	0,002 036	7	0,000 034
8	0,1396	8	0,002 327	8	0,000 039
9	0,1571	9	0,002 618	9	0,000 044
		10	0,002 909	10	0,000 048
		20	0,005 818	20	0,000 097
		30	0,008 727	30	0,000 145
		40	0,011 636	40	0,000 190
		50	0,014 544	50	0,000 242

APPLICATION

La longueur d'un arc de 62° 34′ 15″ s'obtient:

62°	=	1,082 1
30′	=	0,008 727
4′	=	0,001 164
10″	=	0,000 048
5″	=	0,000 024
62° 34′ 15″	=	1,092 063
	l ≃	1,092

Les longueurs des arcs de ° en ° sont données sur Doc 21 et 22

$\frac{\pi D^2}{4}$

CERCLE

Doc 24

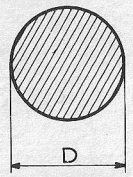
D	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.	0	0,79	3,14	7,07	12,57	19,64	28,27	38,48	50,27	63,62
1.	78,54	95,03	113,10	132,73	153,94	176,72	201,06	226,98	254,47	283,53
2.	314,16	346,36	380,13	415,48	452,39	490,87	530,93	572,56	615,75	660,52
3.	706,86	754,77	804,25	855,30	907,92	962,11	1 017,88	1 075,21	1 134,11	1 194,59
4.	1 256,64	1 320,25	1 385,44	1 452,20	1 520,53	1 590,43	1 661,90	1 734,94	1 809,56	1 885,74
5.	1 963,50	2 042,82	2 123,72	2 206,18	2 290,22	2 375,83	2 463,01	2 551,76	2 642,08	2 733,97
6.	2 827,43	2 922,47	3 019,07	3 117,25	3 216,99	3 318,31	3 421,19	3 525,65	3 631,68	3 739,28
7.	3 848,45	3 959,19	4 071,50	4 185,39	4 300,84	4 417,86	4 536,46	4 656,63	4 778,36	4 901,67
8.	5 026,55	5 153,00	5 281,02	5 410,61	5 541,77	5 674,50	5 808,80	5 944,68	6 082,12	6 221,14
9.	6 361,73	6 503,88	6 647,61	6 792,91	6 939,78	7 088,22	7 238,23	7 389,81	7 542,96	7 697,69
10.	7 854,0	8 011,9	8 171,3	8 332,3	8 494,9	8 659,0	8 824,7	8 992,0	9 160,9	9 331,3
11.	9 503,3	9 676,9	9 852,0	10 028,7	10 207,0	10 386,9	10 568,3	10 751,3	10 935,9	11 122,0
12.	11 309,7	11 499,0	11 689,9	11 882,3	12 076,3	12 271,8	12 469,0	12 667,7	12 868,0	13 069,8
13.	13 273,2	13 478,2	13 684,8	13 892,9	14 102,6	14 313,9	14 526,7	14 741,1	14 957,1	15 174,7
14.	15 393,8	15 614,5	15 836,8	16 060,6	16 286,0	16 513,0	16 741,5	16 971,7	17 203,4	17 436,6
15.	17 671,5	17 907,9	18 145,8	18 385,4	18 626,5	18 869,2	19 113,4	19 359,3	19 606,7	19 855,7
16.	20 106,2	20 358,3	20 612,0	20 867,2	21 124,1	21 382,5	21 642,4	21 904,0	22 167,1	22 431,8
17.	22 698,0	22 965,8	23 235,2	23 506,2	23 778,7	24 052,8	24 328,5	24 605,7	24 884,6	25 164,9
18.	25 446,9	25 730,4	26 015,5	26 302,2	26 590,4	26 880,3	27 171,6	27 464,6	27 759,1	28 055,2
19.	28 352,9	28 652,1	28 952,9	29 255,3	29 559,2	29 864,8	30 171,9	30 480,5	30 790,7	31 102,6
20.	31 415,9	31 730,9	32 047,4	32 365,5	32 685,1	33 006,4	33 329,2	33 653,5	33 979,5	34 307,0
21.	34 636,1	34 966,7	35 298,9	35 632,7	35 968,1	36 305,0	36 643,5	36 983,6	37 325,3	37 668,5
22.	38 013,3	38 359,6	38 707,6	39 057,1	39 408,1	39 760,8	40 115,0	40 470,8	40 828,1	41 187,1
23.	41 547,6	41 909,6	42 273,3	42 638,5	43 005,3	43 373,6	43 743,5	44 115,0	44 488,1	44 862,7
24.	45 238,9	45 616,7	45 996,1	46 377,0	46 759,5	47 143,5	47 529,2	47 916,4	48 305,1	48 695,5
25.	49 087,4	49 480,9	49 875,9	50 272,6	50 670,7	51 070,5	51 471,9	51 874,8	52 279,2	52 685,3
26.	53 092,9	53 502,1	53 912,9	54 325,2	54 739,1	55 154,6	55 571,6	55 990,2	56 410,4	56 832,2
27.	57 255,5	57 680,4	58 106,9	58 534,9	58 964,6	59 395,7	59 828,5	60 262,8	60 698,7	61 136,2
28.	61 575,2	62 015,8	62 458,0	62 901,8	63 347,1	63 794,0	64 242,4	64 692,5	65 144,1	65 597,2
29.	66 052,0	66 508,3	66 966,2	67 425,6	67 886,7	68 349,3	68 813,4	69 279,2	69 746,5	70 215,4

Exemple: Surface d'un cercle de diamètre 28 mm
lire: 615,75 mm²

Exemple: Diamètre d'un cercle de surface 531 mm²
lire: 26 mm environ

SURFACES CIRCULAIRES

1 CERCLE

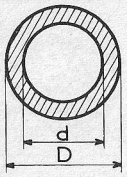


$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ex: D = 50 mm

S = 1963,50 mm²

2 COURONNE

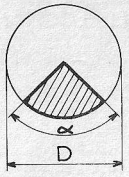


$$S = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4}$$

Ex: D = 40 mm
d = 30 mm

S = 549,50 mm²

3 SECTEUR

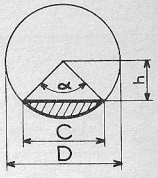


$$S = \frac{\pi D^2 \alpha}{4 \times 360}$$

Ex: D = 25 mm
α = 100°

S = 136,28 mm²

4 SEGMENT



$$S = \text{◠} - \triangle$$

$$S = \frac{\pi D^2 \alpha}{4 \times 360} - \frac{C\,h}{2}$$

Ex: D = 40 mm
α = 90°

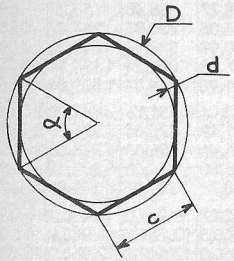
S = 114,16 mm²

Les surfaces des segments de ° en ° sont données sur Doc 21 et 22

Doc 25

SURFACES PLANES

① POLYGONES RÉGULIERS



	TRIANGLE	CARRÉ	PENTAGONE	HEXAGONE	OCTOGONE	DÉCAGONE	DODÉCAGONE
N	3	4	5	6	8	10	12
α	120°	90°	72°	60°	45°	36°	30°

VALEURS POUR D=1

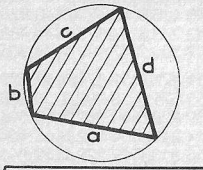
c	0,866	0,707	0,588	0,500	0,383	0,309	0,259
d	0,500	0,707	0,811	0,866	0,923	0,952	0,967
S	0,325	0,500	0,596	0,650	0,707	0,735	0,750

c = *longueur du côté*
d = *diamètre Φ inscrit*
S = *surface du polygone*

SURFACES USUELLES

QUADRILATÈRE INSCRIPTIBLE

②

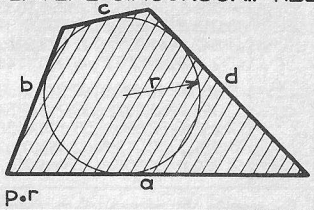


$$p = \frac{a+b+c+d}{2}$$

$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$$

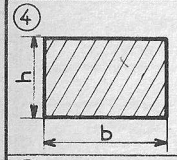
QUADRILATÈRE CIRCONSCRIPTIBLE

③



$$S = p.r$$

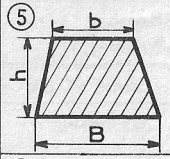
④



RECTANGLE

$$S = b.h$$

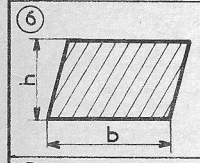
⑤



TRAPÈZE

$$S = \frac{B+b}{2}.h$$

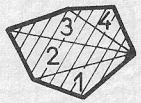
⑥



PARALLÉLOGRAMME

$$S = b.h$$

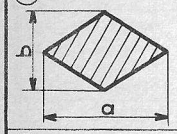
⑦



POLYGONE QUELCONQUE

$$S = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$$

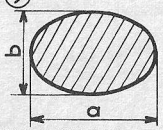
⑧



LOSANGE

$$S = \frac{a.b}{2}$$

⑨

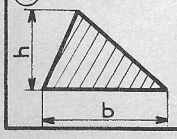


ELLIPSE

$$S = \frac{\pi.a.b}{4}$$

$$S = 0{,}785.a.b$$

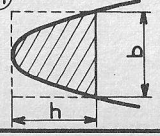
⑩



TRIANGLE

$$S = \frac{b.h}{2}$$

⑪

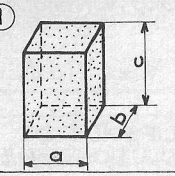
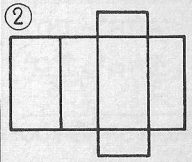
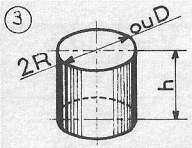
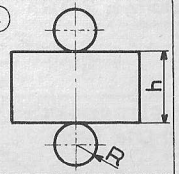
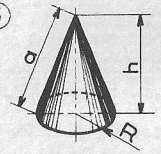
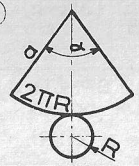


SEGMENT PARABOLIQUE

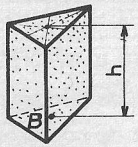
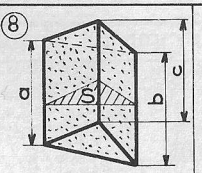
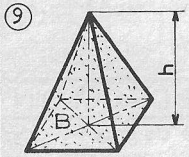
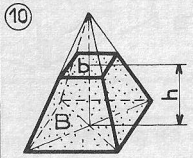
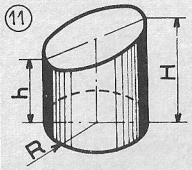
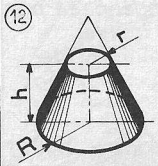
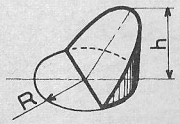
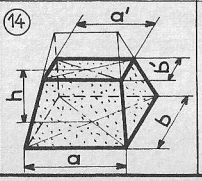
$$S = \frac{2}{3}(b.h)$$

Doc 26

SOLIDES
À SURFACE DÉVELOPPABLE

VOLUMES		SURFACES	
① 	**PARALLÉLÉPIPÈDE RECTANGLE** $V = a.b.c$ CUBE : $a=b=c$ $V = a^3$	② 	*Développement* $S = 2(ab+bc+ca)$ Pour le CUBE $S = 6a^2$
③ 	**CYLINDRE** $V = \pi R^2 h$ ou $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$	④ 	*Développement* $S_{\text{latérale}} = 2\pi R h$ (Sl) $S_{\text{totale}} = 2\pi R(R+h)$ (St)
⑤ 	**CÔNE** $V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$	⑥ 	*Développement* $\alpha = \frac{360° \times R}{a}$ $Sl = \pi R a$ $St = \pi R a + \pi R^2$ $= \pi R(R+a)$

VOLUMES

⑦ 	**PRISME** $V = B.h$	⑧ 	**TRONC DE PRISME TRIANGULAIRE** $V = S \times \frac{a+b+c}{3}$ S (*section droite*)
⑨ 	**PYRAMIDE** $V = \frac{B.h}{3}$	⑩ 	**TRONC DE PYRAMIDE** $V = \frac{h}{3}(B+b+\sqrt{Bb})$
⑪ 	**CYLINDRE TRONQUÉ** $V = \pi R^2\left(\frac{H+h}{2}\right)$	⑫ 	**TRONC DE CÔNE** $V = \frac{\pi h}{3}(R^2+r^2+Rr)$
⑬ 	**ONGLET CYLINDRIQUE** $V = \frac{2}{3}R^2 h$	⑭ 	**TAS DE CAILLOUX** $V = \frac{h}{6}[b(2a+a')+b'(2a'+a)]$

Doc 27

SOLIDES

À SURFACE NON DÉVELOPPABLE

① **SPHÈRE**

$S = 4\pi R^2 = \pi D^2$

$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{\pi D^3}{6}$

② **SECTEUR SPHÉRIQUE**

$S_{calotte} = 2\pi R h$

$V = \frac{2}{3}\pi R^2 h$

③ **SEGMENT SPHÉRIQUE** *à une base*

$V = \frac{\pi h^2}{3}(3R - h)$

④ **SEGMENT SPHÉRIQUE** *à deux bases*

$S_{zone} = 2\pi R h$

$V = \frac{\pi h^3}{6} + \frac{\pi h}{2}(r^2 + r'^2)$

⑤ **ELLIPSOÏDE DE RÉVOLUTION** *allongé*

$V = \frac{4}{3}\pi a b^2$

⑥ **ELLIPSOÏDE DE RÉVOLUTION** *aplati*

$V = \frac{4}{3}\pi a^2 b$

⑦ **TORE**

$S = \pi^2 D d$

$V = \frac{\pi^2 D d^2}{4}$

⑧ **ONGLET SPHÉRIQUE**

$S_{fuseau} = \frac{\pi R^2 \alpha}{90}$

$V_{onglet} = \frac{\pi R^3 \alpha}{270}$

⑨ **FORMULE DES 3 NIVEAUX**

$B // B' // B''$

$V = \frac{h}{6}(B + B' + 4B'')$

APPLICATIONS:
- tronc de pyramide
- tronc de cône
- segment sphérique
- tas de sable

1er THEORÈME DE GULDIN

⑩ G: *centre de gravité de la ligne*

S: *Surface engendrée par une ligne qui tourne autour d'un axe XX' (de son plan) ne coupant pas la ligne.*

$S = \text{longueur ligne} \times 2\pi \ell$

⑫ APPLICATION: *centre de gravité de la demi-circonférence:*

$4\pi R^2 = \pi R \times 2\pi \ell$

$\ell = \frac{2R}{\pi} \approx 0{,}636R$

2eme THEORÈME DE GULDIN

⑪ G: *centre de gravité de la surface*

V: *Volume engendré par une surface qui tourne autour d'un axe XX' (de son plan) ne coupant pas la surface.*

$V = \text{Surface} \times 2\pi \ell$

⑬ APPLICATION: *centre de gravité du demi-cercle:*

$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{\pi R^2}{2} \times 2\pi \ell$

$\ell = \frac{4R}{3\pi} \approx 0{,}424R$

Doc 28

CENTRE DE GRAVITÉ

LIGNES

① **SEGMENT DE DROITE**

G: *milieu du segment*

② **TRIANGLE**

G: *point de concours des bissectrices de m n p*

③ **1/2 CIRCONFÉRENCE**

$OG = \frac{2R}{\pi} \approx 0{,}636R$

SURFACES

④ **PARALLÉLOGRAMME**

G: *point de rencontre des diagonales*

⑤ **TRIANGLE**

G: *point de concours des médianes* $A'G = \frac{AA'}{3}$

⑥ **TRAPÈZE**

$X = \frac{h}{3} \cdot \frac{B + 2b}{B + b}$

⑦ **DEMI-CERCLE**

$OG = \frac{4R}{3\pi} \approx 0{,}424R$

⑧ **SEGMENT** *θ en radians*

$OG = \frac{2R}{3} \cdot \frac{\sin^3\theta}{\theta - \sin\theta \cos\theta}$

⑨ **SECTEUR** *θ en radians*

$OG = \frac{2R \cdot \sin\theta}{3\theta}$

⑩ $Y = \frac{S_1 y_1 + S_2 y_2}{S_1 + S_2}$

⑪ $Y = \frac{S_1 y_1 + S_2 y_2 + S_3 y_3}{S_1 + S_2 + S_3}$

⑫ $Y = \frac{S_1 y_1 + S_2 y_2}{S_1 + S_2}$ $X = \frac{S_1 x_1 + S_2 x_2}{S_1 + S_2}$

VOLUMES

⑬ **PRISME**

$OG = h/2$

⑭ **CYLINDRE**

$OG = h/2$

⑮ **PYRAMIDE**

$gG = Sg/4$

⑯ **CÔNE**

$OG = h/4$

⑰ **TRONC DE CÔNE**

$OG = \frac{h}{4} \cdot \frac{R^2 + 2Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$

⑱ **SECTEUR SPHÉRIQUE**

$OG = \frac{3R}{8}(1 + \cos\theta)$

⑲ **SEGMENT SPHÉRIQUE**

$OG = \frac{3}{4} \cdot \frac{(2R - h)^2}{3R - h}$

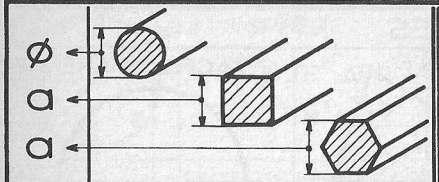
⑳ **DEMI-SPHÈRE**

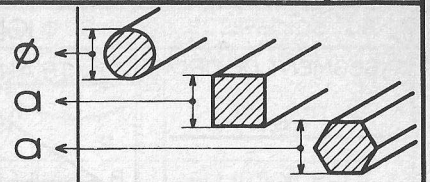
$OG = \frac{3R}{8}$

Doc 29

MASSE DES BARRES

EN kg PAR MÈTRE





5	0,154	0,196	0,170
6	0,222	0,283	0,245
7	0,302	0,385	0,333
8	0,395	0,502	0,435
9	0,499	0,636	0,551
10	0,617	0,785	0,680
11	0,746	0,950	0,823
12	0,888	1,130	0,979
13	1,04	1,33	1,15
14	1,21	1,54	1,31
15	1,39	1,77	1,53
16	1,58	2,01	1,74
17	1,78	2,27	1,96
18	2,00	2,54	2,20
19	2,23	2,83	2,45
20	2,47	3,14	2,72
21	2,72	3,46	3,00
22	2,98	3,80	3,29
23	3,26	4,15	3,60
24	3,55	4,52	3,92
25	3,85	4,91	4,25
26	4,17	5,31	4,60
27	4,50	5,72	4,96
28	4,83	6,15	5,33
29	5,19	6,60	5,72
30	5,55	7,06	6,12
31	5,92	7,54	6,53
32	6,31	8,04	6,96
33	6,71	8,55	7,40
34	7,13	9,07	7,86
35	7,55	9,62	8,33
36	7,99	10,2	8,81
37	8,44	10,8	9,31
38	8,90	11,3	9,82
39	9,38	11,9	10,34
40	9,87	12,6	10,9

42	10,9	13,8	12,0
44	11,9	15,2	13,2
46	13,0	16,6	14,4
48	14,2	18,1	15,7
50	15,4	19,6	17,0
52	16,7	21,2	18,4
54	18,0	22,9	19,8
56	19,3	24,6	21,3
58	20,7	26,4	22,9
60	22,2	28,3	24,5
65	26,0	33,2	28,7
70	30,2	38,5	33,3
75	34,7	44,2	38,2
80	39,5	50,2	43,5
85	44,5	56,7	49,1
90	49,9	63,6	55,1
95	55,6	70,8	61,4
100	61,7	78,5	68,0
105	68,0	86,5	
110	74,6	95,0	
115	81,5	104	
120	88,8	113	
125	96,3	123	
130	104	133	
135	112	143	
140	121	154	
145	130	165	
150	139	177	
160	158	201	
170	178	227	
180	200	254	
190	223	283	
200	247	314	
210	272	346	
220	298	380	
230	326	415	

MASSE DES TÔLES D'ACIER

1 m² de tôle de 1 mm vaut 7,85 kg

LIRE DIRECTEMENT LA MASSE DES BARRES EN ACIER ($\delta = 7{,}85$). POUR LES AUTRES MATÉRIAUX MULTIPLIER LA VALEUR LUE PAR

$$K = \frac{\text{densité du matériau}}{\text{densité de l'acier}}$$

QUELQUES VALEURS DE K

Acier	1	Etain	0,93
Aluminium	0,34	Plomb	1,45
Cuivre	1,13	Zinc	0,92

CARACTÉRISTIQUES

Doc 30

	NOMS	SYMBOLE CHIMIQUE OU COMPOSITION	DENSITÉ (1)	TEMPÉRATURE DE FUSION	TEMPÉRATURE D'ÉBULLITION	CHALEUR MASSIQUE (2)	COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE
MÉTAUX	Aluminium	Al	2,7	658°		0,225	0,000024
	Antimoine	Sb	6,71	630°		0,050	0,__011
	Argent	Ag	10,53	960°		0,056	0,__020
	Chrome	Cr	6,80	1 550°		0,120	
	Cobalt	Co	8,80	1 490°		0,104	
	Cuivre	Cu	8,90	1 090°		0,093	0,__017
	Etain	Sn	7,30	232°		0,058	0,__023
	Fer	Fe	7,85	1 535°		0,120	0,__012
	Mercure	Hg	13,60	_39°		0,033	
	Nickel	Ni	8,90	1 452°		0,109	0,__013
	Or	Au	19,25	1 063°		0,031	0,__014
	Platine	Pt	21,48	1 764°		0,038	0,__009
	Plomb	Pb	11,37	327°		0,031	0,__029
	Vanadium	V	5,60	1 725°		0,115	
	Zinc	Zn	7,19	419°		0,094	0,__029
ALLIAGES	Acier	Fe,C	7,85	1 400°			0,__012
	Fonte grise	Fe,C	7,2	1 230°			0,__011
	Bronze	Cu, Sn	7,5-8,5	900°			0,__018
	Bronze d'Alu.	Cu,Sn,Al	≃7,5	1 060°			
	Laiton	Cu,Zn	7,3-8,4	940°			0,__019
MÉTALLOIDES	* Azote	N	0,97	_210°	_196°		
	Bismuth	Bi	9,80	271°			
	Brome	Br	3,18	_7°	63°		
	* Chlore	Cl	2,49	_102°	_34°		
	* Hydrogène	H	0,07	_259°	_253°		
	Iode	I	4,95	184°			
	* Oxygène	O	1,11	_218°	_183°		
	Phosphore	P	1,83	44°	287°		
	Soufre	S	2,07	112°	445°		
CORPS COMPOSÉS	* Ac.Sulfureux	SO_2	2,27		_10°		
	* Ac.Sulfurique	SO_4H_2	1,19				
	Ac.Chlorhydrique	HCl	1,27		110°		
	Alcool	C_2H_6O	0,79	_130°	78°		
	* Ammoniac	NH_3	0,59		_33°		
	Benzine	C_6H_6	0,90	5°			
	Eau	H_2O	1	0°	100°		
	Ether	$(C_2H_5)_2O$	0,73	_117°	35°		
	* Gaz Carbonique	CO_2	1,59	_56°	_78°		
	* Méthane	CH_4	0,59		_165°		
MÉLANGES	* Air	O,N	1		_191°		
	Caoutchouc		0,98	120°			
	Essence		0,72				
	Graisse		0,94	30°			
	Houille	C	1,2-1,5				
	Huile de lin		0,95		387°		
	Pétrole		0,80		106°		

Chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température de 1kg de ce corps (en kilocalories) →

Allongement subi par l'unité de longueur d'un corps entre 0°C et 1°C →

DENSITÉ (δ) Rapport entre les masses spécifiques du corps et de l'étalon d'un corps

SOLIDE - LIQUIDE $\delta = \frac{\text{corps}}{\text{eau}}$

GAZ $\delta = \frac{\text{corps}}{\text{air}}$

Nota: Les valeurs indiquées colonnes (1) et (2) s'entendent à 0°C sous la pression atmosphérique de 760 mm de mercure.

* Corps gazeux à 0°C

MATIERES PLASTIQUES

NOM	NOM CHIMIQUE	COMP.
Bakélite	Phénol-formol	C_7H_8O
Nylon	Polyamide	$C_6H_{11}ON$
Pollopas	Urée-formol	C_7H_8ON
Plexiglass	Polyoacrylates	C_5H_8O
Rhodopas	Polyacétate vinyle	C_4H_6O
Silicones	Silicones	$Si_2C_6H_6O$

ACHEVÉ D'IMPRIMER
LE 30 MARS 1976
SUR LES PRESSES DE
L'IMPRIMERIE HÉRISSEY
A ÉVREUX (EURE)

Dépôt légal : 2e trimestre 1976
N° d'imprimeur 17780
N° d'éditeur 4555